

**STUDI PENYUSUNAN ANGKA KEBUTUHAN NYATA OPERASI  
DAN PEMELIHARAAN SISTEM DRAINASE KELURAHAN  
SUMBANG KECAMATAN BOJONEGORO KABUPATEN  
BOJONEGORO**

**SKRIPSI**

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PENGETAHUAN DASAR  
TEKNIK SUMBER DAYA AIR**

**Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana teknik**



**NURRA AULIA ALBINISA  
NIM. 135060401111011**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI PENYUSUNAN ANGKA KEBUTUHAN NYATA OPERASI  
DAN PEMELIHARAAN SISTEM DRAINASE KELURAHAN  
SUMBANG KECAMATAN BOJONEGORO KABUPATEN  
BOJONEGORO**

**SKRIPSI**

**TEKNIK PENGAIRAN**

**PENGETAHUAN DASAR TEKNIK SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar sarjana teknik



**NURRA AULIA ALBINISA**

**NIM. 135060401111011**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 1 Agustus 2019

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**



**Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS**  
**NIP. 19610131 198609 2 001**



**Dr. Ery Suhartanto, ST., MT.**  
**NIP. 19730305 199903 1 002**



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Pengairan

**Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS.**  
**NIP. 19610131 198609 2 001**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Studi Penyusunan Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan Sistem Drainase Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa dukungan, bimbingan, doa, dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Mama dan Ayah tercinta yang telah memberikan dukungan dalam banyak hal, terima kasih atas dukungan yang tak pernah usai, terima kasih telah menjadi bahan bakar yang tak pernah habis, terima kasih untuk cinta yang tak pernah padam, serta keluarga dan Adikku tersayang yang bernama Aries Suryadi yang senantiasa memberikan motivasi dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, kritik, dan saran kepada penulis. Terima kasih atas dukungannya yang hangat untuk mengerjakan tugas akhir ini hingga selesai.
3. Bapak Dr. Ery Suhartanto, ST., MT., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, kritik, dan saran kepada penulis. Terima kasih atas dukungannya yang hangat untuk mengerjakan tugas akhir ini hingga selesai.
4. Ibu Dr. Eng. Evi Nur Cahya, ST., MT, selaku dosen penguji pertama yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran kepada penulis.
5. Bapak Ir. M.Janu Ismoyo,,MT selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran kepada penulis.
6. Teman-teman Keluarga Besar Mahasiswa Teknik, Keluarga Besar Mahasiswa Pengairan, khususnya angkatan 2013.
7. Adik-adik kos selama di kertorejo yang selalu memberikan semangat khususnya Ulfa Kusuma Mufida dan Iin Suryani.
8. Serta semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per-satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini terdapat keterbatasan pengetahuan, referensi, dan pengalaman. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga berguna bagi penulis untuk perbaikan penulisan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Demikian Tugas Akhir ini yang dapat penulis sampaikan, atas kerjasama semua pihak, penulis mengucapkan terima kasih.

Malang, Oktober 2019

Penulis







**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA**



## **SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI**

Nomor : 109/UN10.F07.14.11/TU/2019

Sertifikat ini diberikan kepada :

**NURRA AULIA ALBINISA**

Dengan Judul Skripsi :

**STUDI PENYUSUNAN ANGKA KEBUTUHAN NYATA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SISTEM DRAINASE  
KELURAHAN SUMBANG KECAMATAN BOJONEGORO KABUPATEN BOJONEGORO**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi  $\leq 20$  %, dan  
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 1 OKTOBER 2019



Ketua Jurusan Teknik Pengairan

**Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS**  
NIP. 19610131 198609 2 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

**Dr. Very Dermawan, ST., MT**  
NIP. 19730217 199903 1 001





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK PENGAIRAN

Jl. Mayjend. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia  
Telp & Fax. : +62-341-562454  
<http://pengairan.ub.ac.id> E-mail : [pengairan@ub.ac.id](mailto:pengairan@ub.ac.id)

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK/Strata-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.  
(Peraturan Menteri Pendidikan Nasional RI No. 17 Tahun 2010, Pasal 12 dan Pasal 13)

Malang,  
Mahasiswa,



Nama : Nurra Aulia Albinsia  
NIM : 135060401111011  
Jurusan: TEKNIK PENGAIRAN

## RINGKASAN

**Nurra Aulia Albinia**, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli, 2019, *Studi Penyusunan Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan Sistem Drainase Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro*, Dosen Pembimbing: Ussy Andawayanti dan Ery Suhartanto.

Pertumbuhan kota dan perkembangan industri menimbulkan dampak cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap perkembangan drainase perkotaan. Sebagai contoh ada beberapa perkembangan beberapa kawasan hunian yang disinyalir sebagai penyebab banjir dan genangan di lingkungan sekitarnya. Hal ini disebabkan karena perkembangan urbanisasi menyebabkan perubahan tata guna lahan. Oleh karena itu, setiap perkembangan kota harus diikuti dengan perkembangan drainase, tidak cukup hanya pada lokasi yang dikembangkan, melainkan harus meliputi daerah sekitarnya.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini berupa dilakukannya inventarisasi terhadap kondisi eksisting sistem drainase dan pengumpulan data pelengkap seperti peta pendukung, data jumlah penduduk, serta data curah hujan. Inventarisasi berguna untuk mengidentifikasi kondisi saluran drainase dan melakukan penilaian kinerja sistem drainase dengan cara membagikan kuisioner kepada instansi terkait dan ketua RT/RW yang berada di wilayah studi yaitu Kelurahan Sumbang. Semua data yang terkumpul akan diolah untuk menentukan alternatif penanganan masalah sistem drainase yang akan berkelanjutan pada biaya angka kebutuhan nyata operasi dan pemeliharaan (AKNOP) sistem drainase Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro.

Hasil dari inventarisasi kondisi sistem drainase diperoleh beberapa permasalahan yang ada pada saluran drainase seperti adanya sedimentasi, adanya sampah, dan permasalahan campuran (adanya sedimen dan sampah) yang berada di saluran drainase. Berdasarkan hasil audit fisik dan non fisik pada sistem drainase menunjukkan bahwa kinerja sistem drainase pada Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro untuk saat ini dikategorikan baik. Hal ini ditunjukkan dengan perolehan nilai sebesar 6113.4 poin ((88,60%) dari 6.900 poin yang bisa diperoleh atau berkisar antara 81% - 90%. Dari hasil evaluasi kapasitas sistem drainase tersebut, beberapa saluran memang sudah tidak dapat menampung debit rancangan total, seperti saluran Untung Suropati 1 Kanan, Untung Suropati 1 Kiri, saluran Ade Irma Suryani 1 Kanan, saluran Ade Irma Suryani 1 Kiri, saluran Ade Irma Suryani 2 Kiri, saluran Rajekwesi, dan saluran lainnya. Berpedoman pada hasil identifikasi saluran drainase, penilaian kinerja, dan evaluasi kapasitas tampungan saluran, alternative penanggulangan terhadap masalah sistem drainase dengan melakukan inspeksi rutin satu kali setiap bulan pada saluran tertutup maupun terbuka dan melakukan pengerukan sedimentasi secara berkala (1-3 kali setiap tahun) untuk saluran sekunder maupun tersier baik saluran terbuka maupun tertutup. Dari alternative penanggulangan yang telah ada, jika dihitung anggaran biaya nya dan direkapitulasi menjadi Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan dalam setahun, maka total biaya yang harus dikeluarkan sebesar Rp 552.106.891.

Kata Kunci: AKNOP, sistem drainase, operasi pemeliharaan

## SUMMARY

*Department of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, January 2019, Study on Forming Real Needs of Drainage System's Operation and Maintenance in Sumbang Urban Village Bojonegoro Sub-District Bojonegoro District, Academic Supervisor: Ussy Andawayanti dan Ery Suhartanto.*

The growth of the city and the development of the industry has a considerable impact on the hydrological cycle so it has a major effect on urban drainage developments. For example there are several developments of residential areas that are considered as the cause of flooding and puddle in the surrounding environment. This is due to the development of urbanisation causing the change of land use. Therefore, every city development should be followed by the development of drainage, not enough only on the developed location, but should cover the surrounding area.

The methodology used in this research is the inventory of existing conditions of the drainage system and complementary data collection such as support maps, population data, and rainfall data. Inventory is useful to identify the condition of drainage channels and perform the performance assessment of drainage system by means of distributing the questionnaire to the relevant agencies and the Chairman of the RT/RW located in the study area of Urban Village Sumbang. All collected data will be processed to determine alternative drainage system problems that will be sustained on the cost of the real needs of operation and maintenance (AKNOP) drainage system of Urban Village Bojonegoro Sub-District Bojonegoro District.

The result of the inventory of condition of drainage system obtained several problems that exist in the drainage channels such as the presence of sedimentation, garbage, and mixed problems (the presence of sediment and garbage) that is in the drainage channel. Based on the results of physical and non physical audits on drainage systems showed that the performance of the drainage system in the Urban Village Bojonegoro Sub-District Bojonegoro District for now categorized well. This is demonstrated by earning a value of 6113.4 points ((88.60%) Of 6,900 points that can be obtained or ranging between 81%-90%. From the evaluation of the capacity of the drainage system, some channels are not able to accommodate the discharge of the total draft, such as Untung Suropati 1 right channel, Untung Suropati 1 Left Channel, Ade Irma Suryani 1 Right Channel, Ade Irma Suryani 1 Left Channel, Ade Irma Suryani 2 Left Channel, Rajekwesi Channel, and other channels. Based on the results of drainage channel identification, performance appraisal, and evaluation of channel capacity, alternative countermeasures to drainage system problems by conducting routine inspections once every month on closed channels or open and disregard periodic sedimentation (1-3 times each year) for both secondary and tertiary channels both open and closed channels. From alternative countermeasures that have been available, if calculated the budget of its costs and recapitulation to the real need of operation and maintenance number in a year, then the total cost should be incurred amounting to Rp 552,106,891.

**Keywords:** *Real Needs of Operation and Maintenance, drainage system, operation and maintenance*



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	i
<b>DAFTAR ISI .....</b>	iii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	xiii
<b>RINGKASAN .....</b>	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Tujuan Penelitian .....	4
1.6. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	5
2.1. Umum .....	5
2.1.1. Definisi dan Prinsip Dasar Drainase Perkotaan .....	5
2.1.2. Fungsi Drainase Perkotaan .....	5
2.1.3. Permasalahan Umum DrainasePerkotaan .....	6
2.2. Analisa Hidrologi.....	6
2.2.1. Uji Konsistensi Data Curah Hujan.....	6
2.2.2. Curah Hujan Rata-Rata Daerah Aliran( <i>average basin rainfall</i> ) .....	8
2.2.3. Curah Hujan Rancangan Maksimum .....	12
2.2.3.1. Hujan Rancangan dengan Menggunakan Metode Log Pearson Tipe III .....	12
2.2.4. Uji Kesesuaian Distribusi .....	13
2.3. Perhitungan Debit Drainasi .....	15
2.3.1. Menentukan Debit Air Hujan .....	15
2.3.3.1. Menentukan Koefisein Pengaliran .....	16
2.3.1.2. Menentukan Intensitas Hujan.....	17

2.3.1.3. Menentukan Daerah Pengaliran.....	18
2.3.2. Perhitungan Pertumbuhan Penduduk.....	18
2.3.3. Debit Air Kotor .....	19
2.4. Penilaian Kinerja Sistem Drainase .....	19
2.4.1. Definisi Kinerja .....	19
2.4.2. Tujuan dan Manfaat Penilaian Kinerja .....	19
2.4.3. Indikator Kinerja.....	20
2.5. Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan .....	22
2.5.1. Konsep Dasar .....	22
2.5.2. Matriks Pendanaan AKNOP .....	23
2.5.3. Prosedur dan Tahapan Penyusunan AKNOP .....	26
2.6. Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	27
2.6.1. Umum .....	27
2.6.2. Pengertian .....	28
2.6.3. Volume Pekerjaan.....	30
2.6.4. Harga Satuan Pokok Pekerjaan(HSPK) .....	31
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>	<b>33</b>
3.1. Kondisi Daerah Studi .....	33
3.1.1. Hidrologi dan Topografi .....	38
3.1.2. Iklim.....	38
3.1.3. Geologi dan Struktur Tanah.....	38
3.2. Pengumpulan Data .....	38
3.3. Prosedur dan Pengolahan Data .....	39
3.4. Analisa Masalah.....	40
3.5. Analisa Biaya Operasi dan Pemeliharaan Drainase .....	41
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1. Peta Stasiun Hidrologi di Daerah Studi .....	43
4.2. Inventarisasi Sistem Drainase Eksisting Kelurahan Sumbang .....	43
4.2.1. Identifikasi Permasalahan di Wilayah Studi .....	43
4.2.2. Penilaian Kinerja Sistem Drainase Eksisting.....	55
4.3. Evaluasi Kapasitas Tampung Saluran Drainase Eksisting.....	58
4.3.1. Analisa Data .....	58
4.3.2. Curah Hujan Daerah.....	68

4.3.3. Curah Hujan Rancangan .....	69
4.3.4. Uji Kesesuaian Distribusi.....	73
4.3.5. Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Eksisting .....	80
4.3.6. Debit Rancangan .....	83
4.3.6.1. Perhitungan Debit Rancangan dengan Metode Rasional .....	83
4.3.7. Perhitungan Debit Air Kotor .....	92
4.3.8. Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase .....	93
4.4. Penetapan Bentuk Kegiatan Operasi dan Pemeliharaan Saluran Drainase Terhadap Permasalahan Sistem Drainase Eksisting .....	97
4.5. Perhitungan Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan Sistem Drainase.....	98
4.5.1. Inspeksi Rutin Saluran Drainase .....	99
4.5.2. Pemeliharaan Berkala Saluran Drainase .....	100
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	135
5.1. Kesimpulan .....	135
5.2. Saran .....	136
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



Halaman ini sengaja dikosongkan



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva Massa Ganda .....	7
Gambar 2.2 Poligon Thiessen .....	11
Gambar 2.3 Metode Isohyet .....	12
Gambar 2.4 Urutan Pembuatan RAB .....	29
Gambar 3.1 Peta RTRW Kabupaten Bojonegoro .....	34
Gambar 3.2 Peta Kecamatan Bojonegoro .....	35
Gambar 3.3 Peta Kelurahan Sumbang .....	36
Gambar 3.4 Peta Tata Guna Lahan .....	37
Gambar 3.5 Diagram Alir Pengerjaan Studi .....	41
Gambar 3.6 Diagram Alir Evaluasi Sistem Drainase .....	42
Gambar 4.1 Peta Poligon Thiessen Lokasi Penelitian .....	43
Gambar 4.2 Sedimentasi Pada Saluran Gang Sidodadi Kanan .....	44
Gambar 4.3 Penumpukan Sampah Pada Saluran Gang Depo Kanan .....	45
Gambar 4.4 Terdapat Banyak Tumbuhan Liar di Saluran Drainase .....	46
Gambar 4.5 Grafik Kurva Intensitas Hujan Jam-Jaman dengan Mononobe Methode .....	87

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*





## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai $Q\sqrt{n}$ dan $R\sqrt{n}$ .....	8
Tabel 2.2 Nilai DO kritis untuk Uji Kesesuaian Smirnov-Kolmogorov .....	14
Tabel 2.3 Besaran Koefisien Limpasan (C) .....	17
Tabel 4.1 Rekapitulasi Kondisi dan Permasalahan yang Ada Pada Saluran Eksisting .....	46
Tabel 4.2 Penilaian Kinerja Sistem Drainase .....	56
Tabel 4.3 Uji Konsistensi Curah Hujan Stasiun Bojonegoro .....	59
Tabel 4.4 Perhitungan Uji Ketidadaan Trend Stasiun Bojonegoro Metode Spearman .....	61
Tabel 4.5 Perhitungan Metode Mann-Whitney .....	62
Tabel 4.6 Perhitungan Uji Tanda dari Cox dan Stuart .....	63
Tabel 4.7 Kelompok Data Hujan Tahunan dan Perhitungan Uji Stasioner.....	65
Tabel 4.8 Perhitungan Uji Persistensi Stasiun Bojonegoro Metode Spearman .....	66
Tabel 4.9 Uji Outlier Stasiun Bojonegoro.....	68
Tabel 4.10 Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Daerah.....	69
Tabel 4.11 Perhitungan Metode Gumbel .....	70
Tabel 4.12 Curah Hujan Rancangan Metode Gumbel .....	71
Tabel 4.13 Perhitungan Log Pearson Tipe III .....	72
Tabel 4.14 Hujan Rancangan Metode Log Pearson Tipe III.....	73
Tabel 4.15 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Gumbel.....	75
Tabel 4.16 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Log Pearson Tipe III .....	76
Tabel 4.17 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Chi-Square untuk Metode Gumbel.....	77
Tabel 4.18 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Chi-Square untuk Metode Log Pearson Tipe III Bagian I.....	78
Tabel 4.19 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Chi-Square untuk Metode Log Pearson Tipe III Bagian II .....	79
Tabel 4.20 Rekapitulasi Syarat Pemilihan Distribusi.....	79
Tabel 4.21 Rekapitulasi Uji Kesesuaian Distribusi.....	79
Tabel 4.22 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase.....	81
Tabel 4.23 Perhitungan Koefisien Pengaliran (C).....	83
Tabel 4.24 Perhitungan Intensitas Hujan Jam-Jaman dengan Metode Mononobe .....	86
Tabel 4.25 Perhitungan Debit Air Hujan Metode Rasional Kala Ulang 2 Tahun.....	87
Tabel 4.26 Perhitungan Debit Air Hujan Metode Rasional Kala Ulang 5 Tahun .....	88
Tabel 4.27 Perhitungan Debit Air Hujan Metode Rasional Kala Ulang 10 Tahun.....	89
Tabel 4.28 Perhitungan Debit Air Kotor .....	92

Tabel 4.29	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kala Ulang 2 Tahun .....	94
Tabel 4.30	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kala Ulang 5 Tahun .....	95
Tabel 4.31	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kala Ulang 10 Tahun .....	96
Tabel 4.32	Bentuk Kegiatan Operasi dan Pemeliharaan Saluran Drainase Terhadap Permasalahan Sistem Drainaseq .....	98
Tabel 4.33	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup .....	100
Tabel 4.34	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka.....	100
Tabel 4.35	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Patimura Kanan.....	102
Tabel 4.36	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Patimura Kiri.....	103
Tabel 4.37	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Panglima Polim Kanan .....	104
Tabel 4.38	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Panglima Polim Kiri .....	105
Tabel 4.39	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 1 Kanan .....	105
Tabel 4.40	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 1 Kiri .....	106
Tabel 4.41	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 2 Kanan .....	107
Tabel 4.42	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 2 Kiri .....	108
Tabel 4.43	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 3 Kanan .....	109
Tabel 4.44	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 3 Kiri .....	109
Tabel 4.45	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 1 Kanan.....	110
Tabel 4.46	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 1 Kiri .....	111
Tabel 4.47	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 1' .....	112
Tabel 4.48	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 2 Kanan.....	113
Tabel 4.49	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 2 Kiri .....	114
Tabel 4.50	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Ade Irma Suryani 2 Kanan .....	115
Tabel 4.51	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Ade Irma Suryani 2 Kiri .....	116
Tabel 4.52	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Rajekwesi.....	117

Tabel 4.53	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Diponegoro 1 .....	118
Tabel 4.54	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Diponegoro 2 .....	119
Tabel 4.55	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Diponegoro 3 .....	120
Tabel 4.56	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Panglima Sudirman 1 .....	120
Tabel 4.57	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Panglima Sudirman 2 .....	121
Tabel 4.58	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Depo Kanan .....	122
Tabel 4.59	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Depo Kiri .....	123
Tabel 4.60	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Sidorukun Kanan .....	124
Tabel 4.61	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Sidorukun Kiri .....	124
Tabel 4.62	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Ade Irma Suryani 1 Kanan .....	125
Tabel 4.63	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Ade Irma Suryani 1 Kiri .....	126
Tabel 4.64	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Sidodadi Kanan .....	127
Tabel 4.65	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Sidodadi Kiri .....	128
Tabel 4.66	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Setyabudi Kanan .....	129
Tabel 4.67	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Setyabudi Kiri .....	129
Tabel 4.68	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Irigasi 1 .....	130
Tabel 4.69	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Irigasi 2 .....	131
Tabel 4.70	Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Kyai Sulaiman .....	132
Tabel 4.71	Rekapitulasi Angka Kebutuhan Nyata Sistem Drainase Dalam 1 Tahun .....	132

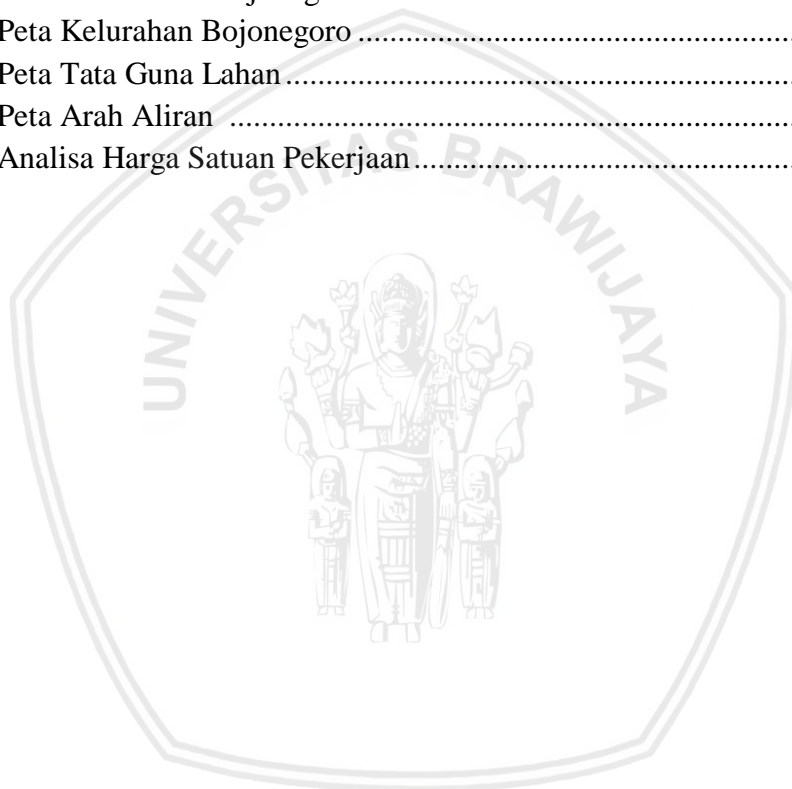


*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Indikator Kinerja Sistem Drainase ..... 138
Lampiran 2	Kriteria Penilaian Indikator ..... 145
Lampiran 3	Rekapitulasi Penilaian Kinerja Sistem Drainase Berdasarkan Indikator Kinerja Sistem Drainase ..... 153
Lampiran 4	Peta Kabupaten Bojonegoro..... 164
Lampiran 5	Peta Kecamatan Bojonegoro ..... 184
Lampiran 6	Peta Kelurahan Bojonegoro ..... 194
Lampiran 7	Peta Tata Guna Lahan ..... 204
Lampiran 8	Peta Arah Aliran ..... 215
Lampiran 9	Analisa Harga Satuan Pekerjaan..... 246



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*





## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Drainase yang berasal dari Bahasa Inggris drainage mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air. Saluran drainase dikatakan berfungsi apabila dapat mengalirkan air buangan, baik berasal dari rumah tangga, industri maupun air hujan. Air yang paling banyak adalah air hujan, apabila musim hujan telah tiba maka saluran drainase sangat penting. Apabila saluran tersebut dapat mengalirkan air hujan maka dengan cepat air itu akan berpindah dari tempat semula dan tidak akan menggenang.

Sistem drainase di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro belum terlalu memadai. Secara umum kondisi lahan di Kota Bojonegoro berupa dataran dan agak rendah dibandingkan kecamatan lainnya. Kondisi ini akan menyebabkan wilayah Kecamatan Bojonegoro rawan terjadi kantong genangan air hujan terutama saat musim penghujan disebabkan kecepatan aliran air hujan pada saluran drainase agak rendah karena kondisi topografi yang relatif datar serta adanya sedimentasi pada saluran drainase. Hal ini sangat mengganggu aktifitas penduduk, anak-anak sekolah dan juga akan merusak infrastruktur jalan raya.

Berkaitan dengan permasalahan sistem drainase di Kota Bojonegoro khususnya pada Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro, maka akan dilakukan pemeriksaan fisik dan non fisik atau bisa disebut juga audit. Agar sistem drainase tersebut dapat bermanfaat dan dapat berfungsi dengan baik maka perlu dioperasikan sesuai dengan peruntukannya dan harus senantiasa dipelihara. Sebelum pelaksanaan pengoperasian dan pemeliharaan, perlu dibuat bagaimana prosedur, cara, dan biaya yang dibutuhkannya. Perencanaan tersebut harus didukung dengan data sistem drainase. Kegiatan operasi dan pemeliharaan (O&P) sistem drainase harus benar-benar sesuai dengan data kondisi aktual di lapangan.

#### 1.2. Identifikasi Masalah

Daerah studi berada di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro Propinsi Jawa Timur. Permasalahan yang terdapat pada daerah studi adalah sering terjadinya genangan dan banjir pada saat musim hujan di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojo

negoro Kabupaten Bojonegoro. Genangan diidentifikasi terjadi karena saluran drainase yang ada tidak bisa berfungsi dengan baik. Kondisi saluran drainase di beberapa tempat tertentu juga tidak terawat sehingga menyebabkan terjadinya banjir di beberapa ruas jalan di Kelurahan Sumbang.

Genangan dan banjir yang terjadi mengakibatkan terganggunya arus lalu lintas, rusaknya jalan dan ketidaknyamanan penduduk yang tinggal di daerah sekitar jalan setiap musim hujan. Oleh karena itu pada kajian ini dibahas mengenai audit teknis operasi dan pemeliharaan saluran drainase yang terdapat di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro, sehingga saluran drainase dapat berfungsi secara fungsional dan optimal.

### **1.3. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah, maka dalam kajian ini permasalahan yang ada dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi eksisting saluran drainase pada Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro Provinsi Jawa Timur
2. Bagaimana bentuk kegiatan Operasi dan Pemeliharaan yang harus dilakukan pada saluran drainase tersebut?
3. Berapa besar AKNOP (Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan) yang dibutuhkan pada sistem drainase tersebut ?

### **1.4. Batasan Masalah**

Pokok-pokok yang menjadi bahasan dalam kajian ini adalah :

1. Tinjauan yang dilakukan pada drainase Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro Provinsi Jawa Timur
2. Hanya menganalisa ruas saluran drainase sekunder dan tersier
3. Studi ini hanya untuk mengetahui kondisi saluran, kinerja saluran, serta perkiraan biaya persiapan operasi dan pemeliharaan pada saluran tersebut.
4. Analisis biaya menggunakan AKNOP hanya untuk Operasi dan Pemeliharaan saluran drainase pasca konstruksi.

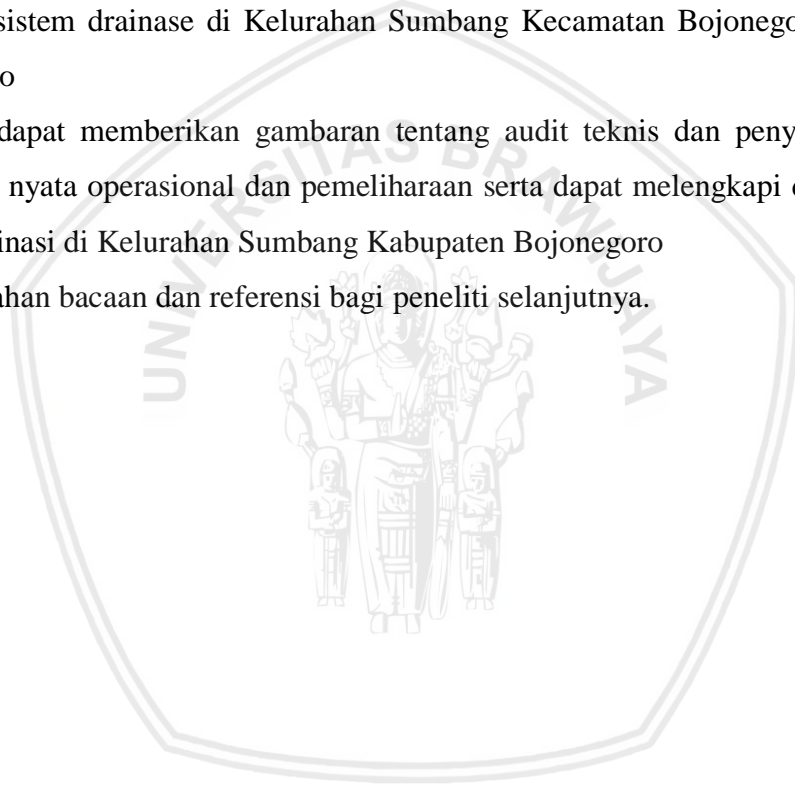
### 1.5. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah :

1. Mengetahui kondisi eksisting saluran drainase pada Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro Provinsi Jawa Timur
2. Menetapkan bentuk kegiatan O&P yang harus dilakukan pada saluran drainase
3. Mengetahui besaran AKNOP (Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan) yang dibutuhkan pada sistem drainase tersebut.

Manfaat pelaksanaan studi ini adalah :

1. Auditor dapat mengetahui kondisi dan kinerja serta menyelesaikan permasalahan yang ada pada sistem drainase di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro
2. Studi ini dapat memberikan gambaran tentang audit teknis dan penyusunan angka kebutuhan nyata operasional dan pemeliharaan serta dapat melengkapi data mengenai sistem drainasi di Kelurahan Sumbang Kabupaten Bojonegoro
3. Sebagai bahan bacaan dan referensi bagi peneliti selanjutnya.





Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Umum

##### 2.1.1 Definisi dan Prinsip Dasar Drainase Perkotaan

Secara umum, drainase bertujuan untuk menghindari terjadinya banjir pada suatu daerah. Banjir dapat terjadi di daerah perkotaan, lahan pertanian, jalan raya, lapangan terbang, dan di mana saja. Maka dari itu, drainase dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis sesuai dengan lokasi pembangunannya yang salah satunya yaitu drainase perkotaan (Suhardjono, 2013, p.1).

Drainase perkotaan adalah sistem drainase yang berada dalam wilayah administrasi kota/kabupaten yang berfungsi untuk mengendalikan atau mengeringkan kelebihan air permukaan di daerah pemukiman yang berasal dari hujan lokal, sehingga tidak mengganggu masyarakat dan dapat memberikan manfaat bagi kehidupan manusia (Suhardjono, 2013, p.6). Pada dasarnya definisi drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial-budaya yang ada di kawasan kota (Hasmar, 2002, p.29)

##### 2.1.2 Fungsi Drainase Perkotaan

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 12 (2014), fungsi drainase perkotaan adalah sebagai berikut:

1. Fungsi Drainase Perkotaan Secara Umum
  - a. Mengeringkan bagian wilayah kota dari genangan air sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.
  - b. Mengalirkan air permukaan ke badan air penerima terdekat secepatnya.
  - c. Mengendalikan kelebihan air permukaan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air dan kehidupan akuatik.
  - d. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah (konservasi air).
  - e. Melindungi prasarana dan sarana perkotaan yang sudah terbangun.
2. Fungsi Drainase Perkotaan Berdasarkan Fungsi Layanan
  - a. Sistem drainase lokal

Saluran awal yang melayani suatu kawasan kota tertentu seperti kompleks, areal pasar, perkantoran, areal industri dan komersial. Pengelolaan sistem drainase lokal



daerah menjadi tanggung jawab masyarakat, pengembang/pengelola kawasan atau instansi lainnya.

b. Sistem drainase utama

Jaringan saluran drainase primer, sekunder, tersier beserta bangunan pelengkap yang melayani kepentingan sebagian besar warga masyarakat. Pengelolaan sistem drainase utama merupakan tanggung jawab pemerintah kabupaten/kota.

c. Pengendalian banjir (*Flood Control*)

Pengendalian banjir adalah usaha untuk mengendalikan air sungai yang melintasi wilayah kota, sehingga tidak mengganggu masyarakat dan dapat memberikan manfaat bagi kegiatan kehidupan manusia. Pengelolaan/pengendalian banjir merupakan tugas dan tanggung jawab dinas pengairan (Sumber Daya Air).

3. Fungsi Drainase Perkotaan Berdasarkan Fisiknya

- a. Saluran primer adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkannya ke badan air penerima.
- b. Saluran sekunder adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkannya ke saluran primer.
- c. Saluran tersier adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran penangkap menyalurkannya ke saluran sekunder.

### 2.1.3 Permasalahan Umum Drainase Perkotaan

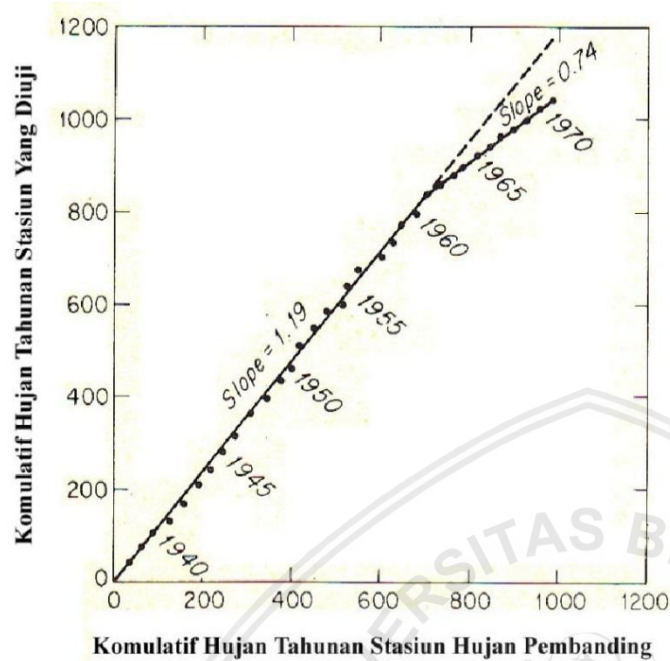
Tidak hanya manfaat yang dibawanya dari keberadaan saluran drainase tersebut, ada juga permasalahan umum yaitu menimbulkan genangan air dan bau yang kurang sedap. permasalahan umum yang biasanya terjadi dan salah satu penyebabnya adalah penambahan jumlah penduduk, sistem saluran yang kurang sempurna, proses sedimentasi dan penyumbatan saluran akibat sampah. (Dinas Kebersihan dan Pertamanan Bojonegoro).

## 2.2. Analisa Hidrologi

### 2.2.1. Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Perubahan lokasi stasiun hujan atau perubahan prosedur pengukuran dapat memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap jumlah hujan yang terukur. Sehingga dapat menyebabkan terjadinya kesalahan. Biasanya uji konsistensi dari pencatatan hujan diperiksa dengan metode kurva massa ganda (*double mass curve*). Metode ini membandingkan hujan tahunan kumulatif di stasiun  $y$  terhadap stasiun referensi  $x$ . Stasiun referensi adalah nilai rerata dari beberapa stasiun di dekatnya, kemudian nilai-nilai tersebut digambar pada sistem koordinat kartesian  $x$ - $y$ . Apabila garis yang terbentuk lurus berarti

pencatatan di stasiun y adalah konsisten. Apabila kemiringan kurva patah/berubah, berarti pencatatan di stasiun y tak konsisten dan perlu dikoreksi.



Gambar 2.1. Kurva Massa Ganda

Sumber : <https://insinyurpengairan.wordpress.com> (Diakses 1 Januari 2017)

$$H_z = F_k \times H_0 \dots\dots\dots (2-1)$$

$$F_k = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} \dots\dots\dots (2-2)$$

dengan :

$H_z$  = Data hujan yang perlu diperbaiki

$H_0$  = Data hujan hasil pengamatan

$F_k$  = Faktor koreksi

$\tan \alpha$  = Kemiringan garis sebelum ada perubahan

$\tan \alpha_0$  = Kemiringan garis sesudah ada perubahan

Cara lain yang dapat digunakan adalah dengan RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*), dengan rumus:

$$S_k = S_k^* / D_y, \text{ dengan } k=0,1,\dots,n \dots\dots\dots (2-3)$$

$$D_y^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n} \dots\dots\dots (2-4)$$

Nilai statistic  $Q \rightarrow Q = \max_{0 \leq k \leq n} |S_k^{**}|$

Nilai statistik R (Range)

$$R = \max_{0 \leq k \leq n} S_k^{**} - \min_{0 \leq k \leq n} S_k^{**} \dots \dots \dots (2-5)$$

dengan:

$S_o$  = Simpangan awal

$S^*_k$  = Simpangan Mutlak

$S^{**}_k$  = Nilai konsistensi data

$n$  = Jumlah data

$D_y$  = Simpangan rata-rata

$Q$  = Nilai statistic Q untuk  $0 \leq k \leq n$

$R$  = Nilai Statistik (range)

Nilai statistik Q dan R diberikan pada tabel berikut:

Tabel 2.1. Nilai  $Q/\sqrt{n}$  dan  $R/\sqrt{n}$

n	$Q/\sqrt{n}$			$R/\sqrt{n}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.1	1.22	1.42	1.34	1.43	1.6
30	1.12	1.24	1.46	1.4	1.5	1.7
40	1.13	1.26	1.5	1.42	1.53	1.74
50	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.5	1.62	1.86

Sumber: Sri Harto (1993, p.60)

### 2.2.2. Curah Hujan Rata-rata Daerah Aliran (*average basin rainfall*)

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan rata-rata daerah dan dinyatakan dalam satuan mm (Sosrodarsono, 1993, p.27).

Curah hujan daerah harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan, yaitu dengan mengambil harga rata-ratanya. Ada beberapa cara perhitungan diantara lain :

#### a. Metode rata-rata Aljabar

Metode perhitungan dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran curah hujan di stasiun hujan di dalam area tersebut dengan mengasumsikan bahwa semua stasiun hujan mempunyai pengaruh yang setara.

Metode ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika topografi rata atau datar, stasiun hujan banyak dan tersebar secara merata di area tersebut serta hasil penakaran masing-masing stasiun hujan tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh stasiun hujan di seluruh area.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{n} \dots\dots\dots(2-6)$$

dengan :

- R = curah hujan rata-rata DAS (mm)  
 $R_1, R_2, R_n$  = curah hujan pada setiap stasiun hujan (mm)  
 n = banyaknya stasiun hujan

#### b. Cara Rata-Rata Hitung

Tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran hujan di pos penakar-penakar hujan di dalam areal tersebut.

Jadi :

$$d = (d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n) n^{-1} \dots\dots\dots(2-7)$$

dengan :

- d = tinggi curah hujan rata-rata  
 $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$  = tinggi curah hujan pada pos penakar  
 n = banyaknya pos penakar hujan

Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika pos-pos penakarnya ditempatkan secara merata di areal tersebut, dan hasil penakaran masing-masing pos penakar tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh pos di seluruh areal.

#### c. Metode Thiessen

Metode perhitungan berdasarkan rata-rata timbang (*weighted average*). Metode ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh stasiun hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun hujan terdekat. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa variasi hujan antara stasiun hujan yang satu dengan lainnya adalah linear dan stasiun hujannya dianggap dapat mewakili kawasan terdekat (Suripin, 2004, p.27 ).

Metode ini cocok jika stasiun hujan tidak tersebar merata dan jumlahnya terbatas dibanding luasnya. Cara ini adalah dengan memasukkan faktor pengaruh daerah yang mewakili oleh stasiun hujan yang disebut faktor pembobot atau koefisien Thiessen. Untuk pemilihan stasiun hujan yang dipilih harus meliputi daerah aliran sungai yang akan dibangun. Besarnya koefisien Thiessen dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (CD.Soemarto, 1999, p.32) :

$$C = \frac{A_i}{A_{total}} \dots\dots\dots(2-8)$$

dengan :

C = Koeffisien Thiessen

$A_i$  = Luas daerah pengaruh dari stasiun pengamatan i ( $\text{km}^2$ )

$A_{total}$  = Luas total dari DAS ( $\text{km}^2$ )

Langkah-langkah metode Thiessen sebagai berikut :

- Lokasi stasiun hujan di plot pada peta DAS. Antar stasiun dibuat garis lurus penghubung.
- Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk poligon Thiessen. Semua titik dalam satu poligon akan mempunyai jarak terdekat dengan stasiun yang ada di dalamnya dibandingkan dengan jarak terhadap stasiun lainnya. Selanjutnya, curah hujan pada stasiun tersebut dianggap representasi hujan pada kawasan dalam poligon yang bersangkutan. Luas areal pada tiap-tiap poligon dapat diukur dengan planimeter dan luas total DAS (A) dapat diketahui dengan menjumlahkan luas poligon.

Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan rumus :

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2-9)$$

dengan :

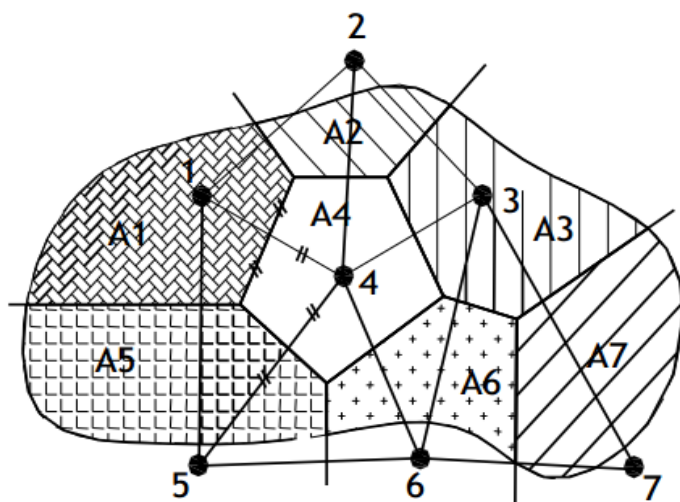
R = Curah hujan rata-rata DAS ( $\text{km}^2$ )

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah pengaruh dari setiap stasiun hujan ( $\text{km}^2$ )

$R_1, R_2, \dots, R_n$  = Curah hujan pada setiap stasiun hujan (mm)

n = banyaknya hujan





Gambar 2.2. Polygon Thiessen

Sumber: CD.Soemarto(1999, p.32)

d. Metode Isohyet

Metode perhitungan dengan memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap stasiun hujan dengan kata lain asumsi metode Thiessen yang menganggap bahwa tiap-tiap stasiun hujan mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi. Metode ini cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur (Suripin, 2004, p.29).

Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

1. Plot data kedalaman air hujan untuk tiap stasiun hujan pada peta.
2. Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air hujan yang sama. Interval Isohyet yang umum dipakai adalah 10 mm.
3. Hitung luas area antara dua garis Isohyet yang berdekatan dengan menggunakan planimeter. Kalikan masing-masing luas areal dengan rata-rata hujan antara dua Isohyet yang berdekatan.
4. Hitung hujan rata-rata DAS dengan rumus :

$$\bar{R} = \frac{\frac{R_1 + R_2}{2} A_1 + \frac{R_3 + R_4}{2} A_2 + \dots + \frac{R_n + R_{n-1}}{2} A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad \dots\dots\dots(2-10)$$

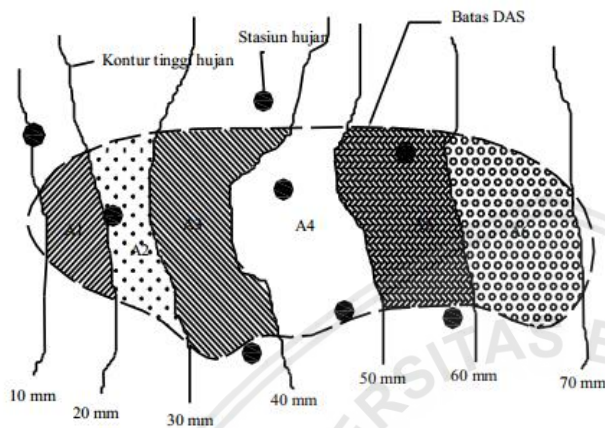
dengan :

R = Curah hujan rata-rata (mm)

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, ..., A<sub>n</sub> = Luas bagian-bagian yang dibatasi oleh Isohyet (mm<sup>2</sup>)

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, ..., R<sub>n</sub> = Curah hujan digaris Isohyet (mm)

Jika stasiun hujannya relatif lebih padat dan memungkinkan untuk membuat garis Isohyet maka metode ini akan menghasilkan hasil yang lebih teliti. Peta Isohyet harus mencantumkan sungai-sungai utamanya, garis-garis kontur dan mempertimbangkan topografi, arah angin, dan lain-lain di daerah bersangkutan. Jadi untuk membuat peta Isohyet yang baik, diperlukan pengetahuan, keahlian dan pengalaman yang cukup.



Gambar 2.3. Metode Isohyet

Sumber: CD.Soemarto(1999, p.34)

#### e. Metode garis perpotongan antara (Intersection line method)

Merupakan penyederhanaan dari cara isohyet. Garis – garis potong (biasanya dengan jarak 2 – 5 km) berupa kotak digambar pada peta isohyets. Curah hujan pada titik perpotongan dihitung dari perbandingan jarak titik ke garis – garis isohyet yang terdekat. Rata – rata jarak curah hujan titik – titik perpotongan di ambil sebagai curah hujan daerah. Ketelitian cara ini agak kurang apabila dibandingkan dengan isohyet.

### 2.2.3. Curah Hujan Rancangan Maksimum

Curah hujan rancangan adalah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Curah hujan rencana diperlukan untuk memperoleh tinggi hujan yang mungkin terjadi pada periode waktu tertentu. Periode waktu yang dibutuhkan dalam mencari curah hujan rencana disesuaikan dengan keperluan perencanaan yaitu perhitungan debit rencana yang diperlukan.

#### 2.2.3.1. Hujan Rancangan dengan Menggunakan Metode Log Pearson III

Tahapan untuk menghitung hujan rancangan maksimum dengan metode Log Pearson III adalah sebagai berikut :

1. Hujan harian maksimum diubah dalam bentuk logaritma.
2. Menghitung harga logaritma rata-rata dengan rumus :

$$\overline{\text{Log}x} = \frac{\sum \text{Log}x_i}{n} \dots\dots\dots(2-11)$$

3. Menghitung harga simpangan baku dengan rumus :

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}x_i - \overline{\text{Log}x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2-12)$$

4. Menghitung harga koefisien kemiringan dengan rumus :

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log}x_i - \overline{\text{Log}x})}{(n-1)(n-2)S_i^3} \dots\dots\dots(2-13)$$

5. Menghitung logaritma hujan rancangan dengan kala ulang tertentu dengan rumus :

$$\text{Log}R_t = \text{Log}x + G.S_i \dots\dots\dots(2-14)$$

6. Menghitung antilog  $R_t$  untuk mendapatkan curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu atau dengan membaca grafik pengeplotan  $R_t$  lawan peluang di kertas logaritma.

#### 2.2.4. Uji Kesesuaian Distribusi

Pemeriksaan uji kesesuaian distribusi bertujuan untuk mengetahui kesesuaian data yang tersedia dengan distribusi yang dipakai. Ada 2 macam uji yang akan dipakai yaitu uji Smirnov-Kolmogorov dan Chi Square.

##### 1. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorof dilakukan dengan membandingkan probabilitas untuk tiap-tiap variabel dari distribusi empiris dan teoritis didapat perbedaan ( $\Delta$ ). Perbedaan maksimum yang dihitung ( $\Delta_{\text{maks}}$ ) dibandingkan dengan perbedaan kritis ( $\Delta_{\text{cr}}$ ) untuk suatu derajat nyata dan banyaknya variat tertentu, maka sebaran sesuai jika ( $\Delta_{\text{maks}} < \Delta_{\text{cr}}$ ).

Rumus yang dipakai (Soewarno, 1995, p.198) :

$$\alpha = \frac{P_{\text{max}}}{P_{(x)}} - \frac{P_{(xi)}}{\Delta_{\text{Cr}}} \dots\dots\dots(2-15)$$

Prosedur uji kecocokan Smirnov-Kolmogorof adalah :

- a. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya nilai masing-masing data tersebut :

$$X_1 \rightarrow P(X_1)$$

$$X_2 \rightarrow P(X_2)$$

$$X_m \rightarrow P(X_m)$$

$$X_n \rightarrow P(X_n)$$

- b. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya) :

$$X_1 \rightarrow P'(X_1)$$

$$X_2 \rightarrow P'(X_2)$$

$$X_m \rightarrow P'(X_m)$$

$$X_n \rightarrow P'(X_n)$$

- c. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.  $D = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$
- d. Tentukan harga  $D_0$

Tabel 2.2 Nilai  $D_0$  Kritis Untuk Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof

Jumlah data N	$\alpha$ derajat kepercayaan			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
$n > 50$	$1,07/n$	$1,22/n$	$1,36/n$	$1,63/n$

Sumber : ( Soewarno, 1995, p.199)

## 2. Uji Chi Kuadrat

Uji kecocokan Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan sebaran peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca di dalam kelas tersebut atau dengan membandingkan nilai Chi-Square ( $X^2$ ) dengan nilai Chi-Square kritis ( $X^2_{cr}$ ). Uji kecocokan Chi-Square menggunakan rumus (Soewarno, 1995, p.194):

$$\chi^2 = \sum^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2-16)$$

dengan :

$\chi^2$  = Harga *Chi-Square* terhitung

$O_i$  = Jumlah data yang teramati terdapat pada sub kelompok ke-i

$E_i$  = Jumlah data yang secara teoritis terdapat pada sub Kelompok ke-i

G = Jumlah sub kelompok

Prosedur uji kecocokan *Chi-Square* adalah :

- ✓ Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya).
- ✓ Kelompokkan data menjadi G sub-group, tiap-tiap sub-group minimal terdapat lima buah data pengamatan.
- ✓ Hitung jumlah pengamatan yang teramati di dalam tiap-tiap sub-group ( $O_i$ )
- ✓ Hitung jumlah atau banyaknya data yang secara teoritis ada di tiap-tiap sub-group ( $E_i$ ).
- ✓ Tiap-tiap sub-group hitung nilai :  
 $(O_i - E_i)$  dan  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  .....(2-17)
- ✓ Jumlah seluruh G sub-group nilai. Untuk menentukan nilai *Chi-Square* hitung  $\sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  .....(2-18)
- ✓ Tentukan derajat kebebasan  $dk = G - R - 1$  (nilai  $R=2$ , untuk distribusi normal dan binomial, dan nilai  $R=1$ , untuk distribusi Poisson) (Soewarno, 1995, p.194).

Adapun kriteria penilaian hasilnya adalah sebagai berikut :

- ✓ Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- ✓ Apabila peluang lebih kecil dari 1%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.
- ✓ Apabila peluang lebih kecil dari 1%-5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu penambahan data.

### 2.3. Perhitungan Debit Drainasi

Untuk menentukan kapasitas saluran drainasi harus dihitung dahulu jumlah air hujan yang turun. Debit banjir akibat air hujan ini dipengaruhi oleh intensitas hujan, luas daerah pengaliran dan koefisien pengaliran.

#### 2.3.1. Menentukan Debit Air Hujan

Debit air hujan adalah besarnya debit maksimum yang mengalir di saluran akibat air hujan yang turun. Debit banjir akibat air hujan ini dipengaruhi oleh intensitas hujan, luas daerah pengaliran dan koefisien pengaliran pada daerah tinjauan. Untuk menghitung debit



air hujan dalam mendimensi saluran drainasi digunakan metode rasional (Subarkah, 1980, p.49)

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2-19)$$

dengan :

Q = debit banjir maksimum ( $m^3/det$ )

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir

A = luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

### 2.3.1.1. Menentukan Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di permukaan akibat hujan (limpasan) pada suatu daerah dengan jumlah curah hujan yang turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran dipengaruhi oleh :

#### a. Kemiringan tanah

Semakin besar kemiringan tanah, semakin cepat aliran limpasan, berarti semakin sedikit air yang meresap atau terinfiltrasi.

#### b. Jenis tanah

Setiap jenis tanah memiliki kemampuan infiltrasi dan perkolasi sehingga mempunyai daya resap tanah dengan nilai yang berbeda.

#### c. Iklim

Pada permulaan musim hujan yang panjang angka pengaliran lebih kecil daripada akhir musim hujan, karena tanah terlalu jenuh.

#### d. Tata guna tanah

Berbedanya jenis tata guna lahan mengakibatkan perbedaan dalam kemampuan lahan menahan air, pada kawasan perumahan lebih banyak melimpaskan air (Suhardjono, 2013, pp.78). Besarnya koefisien pengaliran berdasarkan tata guna lahan dan jenis permukaan tanah dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.3. Besaran Koefisien Limpasan (C)

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran ( C )
1	Jalan beton dan jalan Aspal	0,70 - 0,95
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 - 0,70
3	Bahu Jalan :	
	* tanah berbutir halus	0,40 - 0,65
	* tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20
	* batuan massif keras	0,70 - 0,85

Lanjutan Tabel 2.3. Besaran Koefisien Limpasan (C)

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran ( C )
	* batuan massif lunak	0,60 - 0,75
4	Daerah perkotaan	0,70 - 0,95
5	Daerah pinggiran kota	0,60 - 0,70
6	Daerah industri	0,60 - 0,90
7	Pemukiman padat	0,40 - 0,60
8	Pemukiman tidak padat	0,40 - 0,60
9	Taman dan kebun	0,20 - 0,40
10	Persawahan	0,45 - 0,60
11	Perbukitan	0,70 - 0,80
12	Pegunungan	0,75 - 0,90

Sumber: Anonim, SNI Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (1994, p.19)

### 2.3.1.2. Menentukan Intensitas Hujan

Pada rumus rasional, intensitas hujan adalah intensitas curah hujan rata-rata selama waktu tiba banjir. Di Jepang, Dr. Mononobe telah menetapkan rumus perkiraan intensitas hujan untuk lama curah hujan sembarang yang dihitung dari curah hujan harian sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{tc} \right]^{2/3} \dots \dots \dots (2-20)$$

dengan :

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

R<sub>24</sub> = Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm/jam)

T<sub>c</sub> = Waktu konsentrasi (jam)

Waktu konsentrasi (tc) dapat juga disebut waktu tiba banjir, hingga saat ini sudah ada beberapa persamaan empiris yang tersedia untuk memperkirakan waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi ini merupakan elemen yang penting dalam perhitungan debit banjir terutama dalam penggunaan rumus rasional, yang perhitungan debit banjirnya dihitung berdasarkan intensitas hujan rata-rata selama waktu tiba banjir. Jadi perkiraan waktu tiba banjir atau waktu konsentrasi ini menggunakan persamaan Kiprich :

$$T_c = \frac{0,0195}{60} \left[ \frac{L}{\sqrt{S}} \right] \dots \dots \dots (2-21)$$

dengan :

L = Panjang saluran (m)

S = Kemiingan rerata saluran (m)

### 2.3.1.3. Menentukan Daerah Pengaliran

Daerah pengaliran (catchment area) adalah daerah tempat curah hujan mengalir menuju ke saluran. Ditentukan berdasarkan perkiraan dengan pedoman garis kontur yaitu garis-garis yang menghubungkan titik-titik dengan ketinggian yang sama. Setelah itu dihitung dengan menggunakan planimeter pada peta topografi. Kalau tersedia foto udara penentuan luas daerah aliran lebih mudah karena batas-batas daerah aliran jelas dapat ditentukan lebih jelas (Sosrodarsono, 1993, p.69)

### 2.3.2. Perhitungan Pertumbuhan Penduduk

Jumlah penduduk tahun-tahun mendatang dapat dipekirakan menggunakan perhitungan pertumbuhan penduduk geometris dan perhitungan pertumbuhan eksponensial.

#### 1) Perhitungan Secara Geometris

Cara ini mengasumsikan besarnya laju pertumbuhan yang menggunakan dasar bunga berbunga (bunga majemuk) dimana angka pertumbuhannya adalah sama untuk setiap tahun. Ramalan laju pertumbuhan Geometris adalah sebagai berikut :

$$P_n = P_o(1+r)^n \dots\dots\dots (2-22)$$

dengan :

$P_n$  = jumlah penduduk pada tahun ke  $n$   
 $P_o$  = jumlah penduduk pada awal tahun  
 $r$  = angka pertumbuhan penduduk  
 $n$  = interval waktu (tahun)

#### 2) Perhitungan Secara Eksponensial

Pertumbuhan ini mengasumsikan pertumbuhan penduduk secara terus-menerus setiap hari dengan angka pertumbuhan konstan. Pengukuran penduduk ini lebih tepat, karena dalam kenyataannya pertumbuhan jumlah penduduk juga berlangsung terus-menerus. Ramalan pertumbuhan penduduknya adalah :

$$P_n = P_o \cdot e^{rm} \dots\dots\dots (2-23)$$

dengan :

$P_n$  = jumlah penduduk pada tahun ke  $n$   
 $P_o$  = jumlah penduduk pada awal tahun  
 $m$  = interval waktu  
 $e$  = bilangan logaritma

### 2.3.3. Debit Air Kotor

Debit air kotor berasal dari air buangan hasil aktivitas penduduk yang berasal dari lingkungan rumah tangga atau bangunan-bangunan yang lainnya. Untuk memperkirakan jumlah air harus diketahui kebutuhan air rata-rata dan jumlah penduduk kota.

Perhitungan air buangan tiap penduduk didapat dari :

$$Q_{ak} = \frac{P_n \cdot q}{A} \dots\dots\dots (2-24)$$

dengan :

- $Q_{ak}$  = debit air kotor (l/dt/km<sup>2</sup>)
- $P_n$  = jumlah penduduk
- $A$  = luas daerah (km<sup>2</sup>)
- $q$  = jumlah air buangan (l/orang/hari)

## 2.4. Penilaian Kinerja Sistem Drainase

### 2.4.1 Definisi Kinerja

Penilaian kinerja pada suatu sistem infrastruktur merupakan kunci dalam menjawab berhasil atau tidaknya tujuan sistem itu ditetapkan (Ditjen Cipta Karya, 2013). Kinerja merupakan perilaku yang nyata yang ditampilkan setiap orang sebagai prestasi kerja yang dihasilkan oleh karyawan sesuai dengan perannya dalam perusahaan .Penilaian kinerja harus mendapat perhatian serius agar pengelola sistem infrastruktur dapat mengetahui tingkat pencapaian hasil suatu instansi atau sistem dan dapat terhindar dari krisis yang serius.

### 2.4.2 Tujuan dan Manfaat Penilaian Kinerja

Menurut Ditjen Cipta Karya (2013) tujuan penilaian kinerja dikategorikan sebagai sesuatu yang bersifat evaluasi pengembangan yaitu:

1. Hasil penilaian digunakan sebagai dasar pemberian kompensasi.
2. Hasil penilaian digunakan sebagai sarana pengambil keputusan.
3. Hasil penilaian digunakan sebagai dasar mengevaluasi sistem pemilihan teknologi.

Hasil dari penilaian kinerja sangat bermanfaat bagi perencanaan kebijakan suatu institusi atau lembaga kedepannya dalam pengelolaan infratstruktur perkotaan. Secara rinci manfaat-manfaat tersebut adalah:

1. Perbaikan kinerja Sistem.
2. Kebutuhan latihan dan pengembangan bagi operator.
3. Pengambilan keputusan dalam hal operasi dan pemeliharaan sistem.
4. Membantu diagnosis terhadap kesalahan desain sistem.

### 2.4.3. Indikator Kinerja

Indikator kinerja adalah ukuran kuantitatif dan kualitatif yang menggambarkan tingkat pencapaian suatu kegiatan dan sasaran yang telah ditetapkan. Indikator kinerja memberikan penjelasan, baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif, mengenai apa yang diukur untuk menentukan apakah tujuan sudah tercapai (Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor 20, 2008, p 12 ).

Pada Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor 20 (2008) dijelaskan bahwa sebelum menetapkan seperangkat indikator kinerja, terlebih dahulu perlu diketahui syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu indikator kinerja. Syarat-syarat tersebut adalah sebagai berikut:

1. Relevan, yaitu indikator kinerja harus berhubungan dengan apa yang diukur dan secara objektif dapat digunakan untuk pengambilan keputusan atau kesimpulan tentang pencapaian apa yang diukur.
2. Penting, yaitu menjadi prioritas dan harus berguna untuk menunjukkan keberhasilan, kemajuan, atau pencapaian (*accomplishment*).
3. Efektif dan layak, yaitu data atau informasi yang berkaitan dengan indikator kinerja yang bersangkutan dapat dikumpulkan, diolah, dan dianalisis dengan biaya yang layak.

Indikator untuk mengukur kinerja karyawan secara individu ada enam indikator, yaitu:

1. Kualitas. Kualitas kerja diukur dari persepsi karyawan terhadap kualitas pekerjaan yang dihasilkan serta kesempurnaan tugas terhadap keterampilan dan kemampuan karyawan.
2. Kuantitas. Merupakan jumlah yang dihasilkan dinyatakan dalam istilah seperti jumlah unit, jumlah siklus aktivitas yang diselesaikan.
3. Ketepatan waktu. Merupakan tingkat aktivitas diselesaikan pada awal waktu yang dinyatakan, dilihat dari sudut koordinasi dengan hasil output serta memaksimalkan waktu yang tersedia untuk aktivitas lain.
4. Efektivitas. Merupakan tingkat penggunaan sumber daya organisasi (tenaga, uang, teknologi, bahan baku) dimaksimalkan dengan maksud menaikkan hasil dari setiap unit dalam penggunaan sumber daya.
5. Kemandirian. Merupakan tingkat seorang karyawan yang nantinya akan dapat menjalankan fungsi kerjanya. Komitmen kerja. Merupakan suatu tingkat dimana karyawan mempunyai komitmen kerja dengan instansi dan tanggung jawab karyawan terhadap kantor.

Menurut Ditjen Cipta Karya (2013) dalam menyusun indikator yang baik dan memadai minimal memenuhi kriteria yang terdiri dari:



1. *Specific*, tujuan harus secara khusus menggambarkan hal-hal yang diinginkan.
2. *Measurable*, tujuan harus dapat dijabarkan dalam indikator yang terukur.
3. *Attainable*, tujuan harus icapai dengan kondisi sumberdaya & potensi yang ada.
4. *Relevant*, tujuan harus relevan dengan kebutuhan informasi dan pengelolaan yang ada.
5. *Timely*, tujuan harus tepat waktu dalam arti kondisi yang diperlukan dan kebutuhan yang berkembang

Menurut Ditjen Cipta Karya (2013) untuk mengetahui tingkat keberhasilan suatu proyek atau sistem dalam mencapai tujuannya dapat diketahui setelah proyek tersebut beroperasi secara penuh. Evaluasi kinerja suatu proyek atau sistem drainase dapat dinilai dari beberapa indikator yang mencakup hal-hal berikut :

#### 1. Non Fisik

##### a. Indikator Peraturan/Kelembagaan

- Peraturan Perundangan/Peraturan Daerah (PERDA)
- Organisasi pengelola
- SDM yang mendukung organisasi/jabatan struktural

##### b. Indikator Manajemen

- Dokumen Perencanaan Master plan / outline plan / SSK
- Kesesuaian Pelaksanaan Pembangunan dengan Perencanaan
- Mekanisme Pelaporan
- Pengelolaan P/S sesuai dengan SOP
- Pembiayaan APBD
- Akses terhadap Jaringan Drainase
- Pengurangan luasan genangan air
- Pengurangan luas lahan basah

##### c. Indikator Upaya Pemda Mendorong PSM/Swasta

- Program Pemda dalam mendorong PSM
- Peran aktif masyarakat melaporkan adanya genangan
- Tindak lanjut terhadap pengaduan masyarakat
- Keterlibatan masyarakat dalam proses pengelolaan drainase Kawasan Kota
- PSM / Swasta dalam memenuhi perencanaan drainase & NSPM
- PSM & Swasta dalam Operasi & Pemeliharaan Sistem Drainase

#### 2. Fisik

##### a. Indikator Data Fisik Prasarana

- Sistem Drainase
- Bangunan Penunjang
- Waduk / Kolam / Retensi atau Tandon
- Rumah Pompa dan Kelengkapannya
- Resapan ( sumur, saluran, bidang )

b. Indikator Fungsi Prasarana Sistem Drainase

- Berfungsinya Saluran
- Berfungsinya Bangunan Penunjang
- Berfungsinya Waduk / Kolam Retensi / Tandon
- Berfungsinya Rumah Pompa dan Kelengkapannya
- Saluran drainase tidak menjadi tempat pembuangan sampah
- Saluran drainase tidak menjadi tempat penyaluran air limbah yang tidak terolah

c. Indikator Kondisi Operasi dan Pemeliharaan Prasarana

- Dilaksanakannya Operasi & Pemeliharaan Sistem Saluran
- Dilaksanakannya Operasi & Pemeliharaan Bangunan Penunjang
- Dilaksanakannya Operasi & Pemeliharaan Waduk/Kolam Retensi/Tandon, Rumah Pompa dan Kelengkapannya serta fasilitas resapan air (skala besar)

Menurut Ditjen Cipta Karya (2013) penilaian kinerja sistem drainase dilakukan dengan memberi bobot dan penilaian terhadap masing-masing indikator atau sub indikator. Indikator non fisik diberi bobot 40%, sedangkan indikator fisik diberi bobot 60%. Nilai masing-masing indikator atau sub indikator berikisar antara 0-100. Setiap indikator mempunyai parameter yang berbeda-beda sesuai dengan klasifikasi indikatornya. Akan tetapi, secara umum penilaian kinerja terhadap masing-masing sub indikator adalah sebagai berikut:

1. Kondisi Kurang, jika nilai kondisi  $\leq 60$ .
2. Kondisi Cukup, jika nilai kondisi 61-80.
3. Kondisi Baik, jika nilai kondisi 81-90.
4. Kondisi Baik Sekali, jika nilai kondisi 91-100.

## 2.5. Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan

### 2.5.1. Konsep Dasar

AKNOP (Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan) merupakan perencanaan pembiayaan operasi dan pemeliharaan tiap bangunan untuk memepertahankan kondisi dan fungsi drainase tersebut. Komponen yang diperlukan dalam penyusunan AKNOP saat ini berdasarkan pembiayaan kegiatan operasi dan pemeliharaan jaringan.

Rencana kegiatan Operasi dan pemeliharaan dalam AKNOP berbasis kinerja dan berbasis outcome dalam indikator kegiatan dan pelaksana kegiatan dinyatakan dalam satu matriks pendanaan operasi dan pemeliharaan. Matriks pendanaan operasi dan pemeliharaan menjadi dua, yaitu :

1. Biaya langsung merupakan biaya yang diperlukan untuk kebutuhan aktual pembiayaan operasi dan pemeliharaan tiap bangunan untuk mempertahankan kondisi dan fungsi drainase. Biaya yang diperlukan untuk kebutuhan dari tingkat UPT/Pengamat ke bawah merupakan biaya langsung.
2. Biaya tidak langsung merupakan biaya yang diperlukan untuk kebutuhan pembiayaan operasi dan pemeliharaan tidak langsung.

Biaya ini merupakan pembiayaan dan UPT/Pengamat ke atas guna mempertahankan kondisi dan fungsi drainase. Pemisahan biaya langsung dan tidak langsung ini diwujudkan dalam satu matriks pendanaan AKNOP.

#### **2.5.2. Matriks Pendanaan AKNOP**

Matriks pendanaan AKNOP merupakan suatu matriks pendanaan yang menggambarkan komponen pendanaan operasi dan pemeliharaan, indikator kegiatan, tolak ukur, kelembagaan dan cara pelaksanaan pekerjaan. AKNOP merupakan perencanaan pembiayaan pengelolaan operasi dan pemeliharaan guna mewujudkan pelayanan publik.

Perencanaan pembiayaan pengelolaan operasi dan pemeliharaan selain merencanakan pembiayaan aktivitas kegiatan juga harus didukung oleh aktivitas kantor atau administrasi. Oleh karena itu, perencanaan pembiayaan pengelolaan operasi dan pemeliharaan terbagi menjadi aktivitas sebagai berikut :

##### **1. Manajemen Administrasi**

Manajemen administrasi merupakan aktivitas pengelolaan yang harus dilaksanakan untuk merencanakan, melaksanakan, memonitoring dan mengevaluasi kegiatan operasi dan pemeliharaan. Aktivitas pengelolaan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Gaji/Upah.Honorar Profesi
- b. Operasional Kantor

##### **Bahan Alat Tulis Kantor**

Bahan alat tulis kantor merupakan peralatan atau bahan alat tulis yang dipergunakan sekali habis peralatan kantor tersebut setelah digunakan, maka akan langsung habis atau tidak dapat digunakan lagi.

- ✚ Prasarana Kantor

Perabot kantor atau interior kantor

- ✚ Operasi Kantor

Operasional kantor meliputi (i) biaya listrik, air minum, telepon, pengiriman surat dan lain-lain; (ii) biaya fotokopi laporan dan lain-lain; dan biaya pemeliharaan peralatan kantor (servis perangkat komputer dan lain-lain)

c. Sarana Pelaksanaan Operasi dan Pemeliharaan

- ✚ Kendaraan Operasi dan Pemeliharaan

- ✚ Perangkat Komputer dan *Software*

- ✚ Komunikasi (komunikasi HT, jaringan internet)

- ✚ Perlengkapan Survei dan Operasi

d. Kegiatan Pendukung Operasi dan Pemeliharaan

- ✚ Pemetaan Jaringan Drainase

- ✚ Penelitian

- ✚ Buku Pedoman

e. Pemberdayaan Masyarakat

- ✚ Rapat Koordinasi Evaluasi Kebutuhan Masyarakat

- ✚ Pendampingan Masyarakat

- ✚ Fasilitasi Rapat

- ✚ Fasilitasi Dokumen

- ✚ Studi Lapang

- ✚ Pelatihan

2. Perencanaan AKNOP Operasi Sistem Drainase

Perencanaan AKNOP dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan operasi sistem drainase meliputi (Peraturan Menteri PU Nomor 12, 2014, pp 30-31):

a. Perencanaan Operasi

- Pemeliharaan Rutin/*Routine Maintenance*

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan yang dilakukan berulang-ulang pada waktu tertentu, misalnya setiap hari, minggu, bulan dan tahun.

- Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan berkala adalah pekerjaan pemeliharaan yang selalu dilakukan menurut tenggang waktu tertentu, misalnya setiap hari, minggu, bulan dan tahun.

➤ *Pemeliharaan Khusus/Special Maintenance*

Pemeliharaan khusus adalah pemeliharaan yang dapat dilakukan apabila prasarana dan sarana mengalami kerusakan yang sifatnya mendadak.

➤ *Rehabilitasi/Rehabilitation*

Rehabilitasi adalah pemeliharaan khusus yang dapat dilakukan apabila prasarana dan sarana mengalami kerusakan yang sifatnya mendadak atau mengalami kerusakan yang menyebabkan bangunan tidak atau kurang berfungsi.

b. Pelaksanaan Operasi

- Laporan Keadaan Bangunan
- Pengoperasian Bangunan

c. Monitoring dan Evaluasi

- Pengecekan atau memonitor apakah pelaksanaan dilakukan sesuai dengan gambar dan volume rencana.
- Penyelesaian kekurangan apabila dalam pelaksanaan terdapat deviasi dengan gambar rencana dan volume rencana.
- Monitoring dan evaluasi selama masa pelaksanaan

Perencanaan AKNOP dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan operasi dimulai rencana alokasi air dalam area embung sampai pelaksanaan operasi.

a. Inspeksi dan Penelusuran

- Inspeksi
- Penelusuran

b. Rencana Pelaksanaan Pemeliharaan

- Pemeliharaan Rutin (Perbaikan Ringan)

Merupakan bentuk kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara terus menerus sepanjang tahun dibawah koordinasi penanggung jawab sistem drainase dengan lingkup pekerjaan :

- ✓ Pemberian minyak pelumas pada bagian pintu.
- ✓ Membersihkan saluran dan bangunan dari tanaman liar.
- ✓ Membersihkan saluran dan bangunan dari sampah dan kotoran.
- ✓ Pembuangan sedimen di bangunan dan saluran.
- ✓ Menutup lubang-lubang kecil di saluran/bangunan.
- ✓ Perbaikan kecil pada pasangan, misalnya siaran/plesteran yang retak atau beberapa batu muka yang lepas.

- Pemeliharaan Berkala yang Bersifat Perawatan :
  - ✓ Pengecatan pintu
  - ✓ Pembuangan sedimen di saluran dan bangunan
- Pemeliharaan Berkala yang Bersifat Perbaikan
  - ✓ Perbaikan saluran
  - ✓ Perbaikan pintu
  - ✓ Perbaikan fasilitas pendukung seperti kantor, rumah dinas, kendaraan dan peralatan
- Pemeliharaan Berkala yang Bersifat Pergantian
  - ✓ Pergantian pintu
- Pemeliharaan darurat terbatas pada perbaikan sementara saluran saluran maupun bangunan pelengkap yang mendesak untuk ditangani karena secara fisik dikhawatirkan dapat menimbulkan permasalahan berkaitan dengan :
  - ✓ Tidak berfungsinya sistem secara optimal
  - ✓ Membahayakan jiwa bagi manusia, harta benda serta prasarana-sarana perkotaan lainnya
- Evaluasi Kinerja Pemeliharaan

### **2.5.3. Prosedur dan Tahapan Penyusunan AKNOP**

Pada dasarnya AKNOP merupakan prakiraan kebutuhan biaya operasi dan pemeliharaan setiap tahun berdasarkan penelusuran. Di sisi lain, AKNOP harus terpisah dari kegiatan rehabilitasi (perbaikan berat), peningkatan dan perbaikan darurat, kegiatan rehabilitasi (perbaikan berat).

Oleh karena itu, prosedur yang dilaksanakan adalah sebagai berikut :

#### **1) Inspeksi dan Penelusuran**

Inspeksi dan penelusuran merupakan kegiatan mengidentifikasi kondisi dan keberfungsian drainase

#### **2) Perencanaan Program Pemeliharaan**

Inspeksi dan penelusuran merupakan masukan bagi perencanaan program pemeliharaan. Perencanaan program pemeliharaan menetapkan penyelesaian kerusakan dan ketidakfungsian drainase dalam empat pemeliharaan, yaitu :

- a. Program rutin
- b. Program berkala
- c. Program khusus
- d. Program rehabilitasi



### 3) Kinerja Drainase

Kinerja drainase akan ditentukan oleh :

#### a. Realisasi AKNOP

Realisasi AKNOP diimplementasikan dalam mewujudkan:

- o Rencana Operasi
- o Rencana Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan dalam (i) pengamanan, (ii) pemeliharaan rutin; (iii) pemeliharaan berkala bersifat perawatan

- o Penanggulangan darurat bersifat sementara

#### b. Realisasi Rencanan Rehabilitasi, Peningkatan dan Penanggulangan Tetap

Evaluasi capaian kinerja drainase merupakan *feed back* bagi kondisi dan fungsi sistem drainase di tahun yang ada.

Perencanaan AKNOP terdiri dari tiga kegiatan, yaitu :

#### 1.) Identifikasi Kondisi dan Keberfungsian Drainase

Kondisi dan keberfungsian drainase diidentifikasi dengan inspeksi dan penelusuran

#### 2.) Rencana OP

Rencana OP yang dilaksanakan di setiap drainase mengacu pada PERMEN PU Nomo 06/PRT/M/2015 tentang eksploitasi dan pemeliharaan sumber daya air dan bangunan pengairan.

#### 3.) Perhitungan AKNOP

Perhitungan AKNOP didasarkan atas kondisi dan keberfungsian drainase hasil penelusuran dan rencana OP yang akan dilaksanakan sebagai dasar usulan pembiayaan operasi dan pemeliharaan drainase, sehingga perhitungan AKNOP harus dilaksanakan sebelum perencanaan anggaran. Perhitungan AKNOP didasarkan atas kondisi dan keberfungsian drainase hasil penelusuran dan rencana OP yang akan dilaksanakan. Hasil perhitungan AKNOP dipergunakan sebagai dasar usulan pembiayaan operasi dan pemeliharaan drainase, sehingga perhitungan AKNOP harus dilaksanakan sebelum perencanaan anggaran.

## 2.6. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

### 2.6.1. Umum

Pelaksanaan sebuah konstruksi sangat berkaitan dengan proses manajemen didalamnya. Pada tahapan itu, pengelolaan anggaran biaya untuk melaksanakan pekerjaan tersebut, perlu dirancang dan disusun sedemikian rupa berdasarkan sebuah konsep estimasi yang terstruktur sehingga menghasilkan nilai estimasi rancangan yang tepat dalam arti ekonomis.

Nilai estimasi anggaran yang disusun selanjutnya dikenal dengan istilah Rencana Anggaran Biaya (RAB), yang mempunyai fungsi dan manfaat lebih lanjut dalam hal mengendalikan sumberdaya material tenaga kerja, peralatan dan waktu pelaksanaan proyek sehingga pelaksanaan kegiatan proyek yang dilakukan akan mempunyai nilai efisiensi dan efektivitas.

Konsep penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB), pada pelaksanaannya didasarkan pada sebuah analisa masing-masing komponen penyusunnya (material, upah dan peralatan) untuk tiap-tiap item pekerjaan yang terdapat dalam keseluruhan proyek. Hasil analisa komponen tersebut pada akhirnya akan menghasilkan Harga Satuan Pekerjaan Kegiatan (HSPK) per item yang menjadi dasar dalam menentukan nilai estimasi biaya pelaksanaan kegiatan proyek keseluruhan dengan mengkonversikannya kedalam total volume untuk tiap item pekerjaan.

#### **2.6.2. Pengertian**

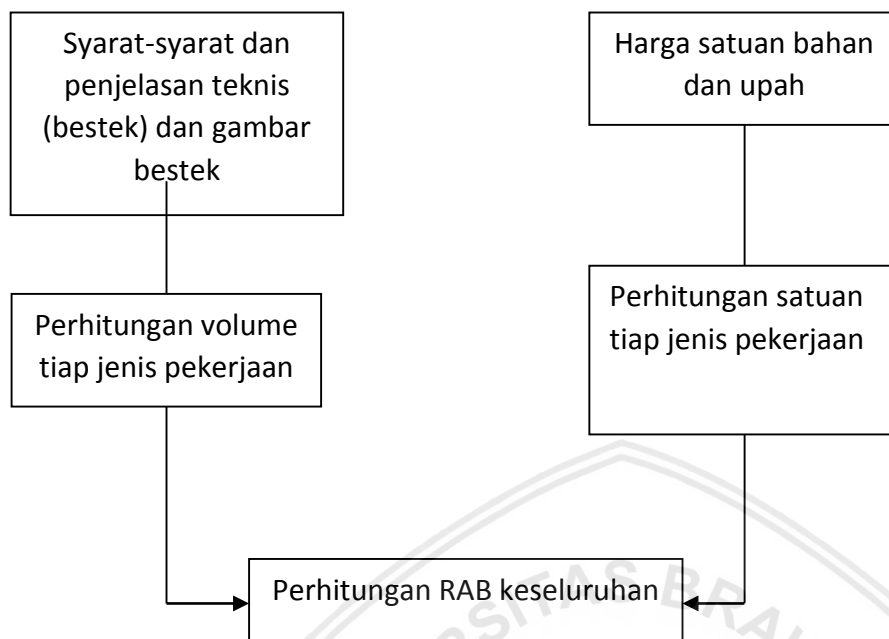
Rencana adalah himpunan *planning*, termasuk detail atau penjabar dan tata cara pelaksanaan pembuatan sebuah bangunan atau proyek. Anggaran adalah perkiraan atau perhitungan biaya suatu bangunan. Biaya adalah besar pengeluaran yang berhubungan dengan borongan yang tercantum dalam persyaratan-persyaratan yang terlampir.

Jadi Rencana Anggaran Biaya adalah :

- Merencanakan bentuk bangunan yang memenuhi syarat.
- Menentukan biaya.
- Menyusun tata cara pelaksanaan teknis dan administrasi.

Tujuan pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai bentuk atau konstruksi, besar biaya dan pelaksanaan serta penyelesaiannya. Anggaran biaya merupakan bagian terpenting dalam penyelenggaraan proyek. Anggaran biaya harus direncanakan terlebih dahulu supaya proyek tersebut dapat berjalan dengan lancar.

Urutan pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dapat dilihat pada dibawah ini :



Gambar 2.4. Urutan Pembuatan RAB

Sumber : Dinas Pengairan Bojonegoro

Pada dasarnya perhitungan RAB merupakan perhitungan biaya-biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis tertentu dan biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan. Dapat pula dinyatakan bahwa RAB merupakan jumlah dari masing-masing hasil perkalian volume dengan harga satuan pekerjaan.

$$\text{RAB} = \sum (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}) \dots\dots\dots(2 - 25)$$

Komponen penyusun dari Rencana Anggaran Biaya(RAB) adalah sebagai berikut :

a) Komponen Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung atau *direct cost* merupakan seluruh biaya permanen yang melekat pada hasil akhir konstruksi sebuah proyek. Biaya langsung terdiri dari :

- Biaya Bahan/material

Merupakan harga bahan atau material yang digunakan untuk proses pelaksanaan kegiatan proyek, yang sudah memasukkan biaya angkutan, biaya loading dan unloading, biaya pengepakan, penyimpanan sementara di gudang dan pemeriksaan kualitas dan asuransi.

- Upah Tenaga Kerja

Biaya yang dibayarkan kepada pekerja/buruh dalam menyelesaikan suatu jenis pekerjaan sesuai dengan keterampilan dan keahliannya.

- Biaya Peralatan

Biaya yang diperlukan untuk kegiatan sewa, pengangkutan, pemasangan alat, memindahkan, membongkar dan biaya operasi, juga dapat dimasukkan upah dari operator mesin dan pembantunya.

b) Komponen Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung atau *indirect cost* adalah biaya yang tidak melekat pada hasil akhir konstruksi sebuah proyek tapi merupakan nilai yang dipungut karena proses pelaksanaan konstruksi proyek. Biaya tidak langsung terdiri dari :

- *Overhead* Umum

*Overhead* umum biasanya tidak dapat segera dimasukkan ke suatu jenis pekerjaan dalam proyek itu, misalnya sewa kantor, peralatan kantor dan alat tulis menulis, air, listrik, telepon, asuransi, pajak, bunga uang, biaya-biaya notaris, biaya perjalanan dan pembelian berbagai macam barang-barang kecil.

- *Overhead* Proyek

Adalah biaya yang dapat dibebankan kepada proyek tetapi tidak dapat dibebankan kepada biaya alat-alat seperti misalnya ; asuransi, telepon yang dipasang di proyek, pembelian tambahan dokumen kontrak pekerjaan, pengukuran (survey), surat-surat ijin dana lain sebagainya. Jumlah overhead dapat berkisar antara 12-30%.

- Profit

Merupakan keuntungan yang didapat oleh pelaksana kegiatan proyek (kontraktor) sebagai nilai imbal jasa dalam proses pengadaan proyek yang sudah dikerjakan. Secara umum keuntungan yang diset oleh kontraktor dalam penawarannya berkisar antara 10%-12% atau bahkan lebih, tergantung dari keinginan kontraktor.

- Pajak

Berbagai macam pajak seperti PPN, PPh dan ,lainnya atas hasil operasi perusahaan.

### 2.6.3. Volume Pekerjaan

Volume suatu pekerjaan adalah menghitung banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume pekerjaan dihitung dari gambar teknis perencanaan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Dihitung dalam satuan  $m^3$  (isi),  $m^2$  (luas), dan  $m^1$  (panjang). Dengan mengetahui jumlah volume pekerjaan maka akan diketahui berapa banyak biaya yang akan di perlukan dalam pelaksanaan proyek”.

#### **2.6.4. Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)**

Perhitungan AKNOP digunakan sebagai dasar usulan pembiayaan operasi dan pemeliharaan system drainase. Perencanaan anggaran dari rincian pembiayaan harus dihitung sesuai dengan harga satuan dasar upah kerja, bahan dan alat yang berlaku di daerah tersebut. Berikut merupakan table standar harga upah kerja dan bahan bangunan dari Keputusan Bupati Bojonegoro Nomor : 188/47/KEP412.12/2017





Halaman ini sengaja dikosongkan



## BAB III

### METODOLOGI STUDI

#### 3.1. Kondisi Daerah Studi

Daerah studi adalah wilayah Kelurahan Sumbang yang memiliki luas sebesar 192 km<sup>2</sup>. Berdasarkan garis batas koordinatnya, Kecamatan Bojonegoro terletak di antara 112°25' - 112°09' Bujur Timur dan 6°59' - 7°37' . Secara umum kelurahan ini membawahi daerah kajian dan memiliki batas-batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kelurahan Klangon dan Kepatihan
- Sebelah Selatan : Kelurahan Pacul
- Sebelah Barat : Kelurahan Jetak
- Sebelah Timur : Kelurahan Sukorejo

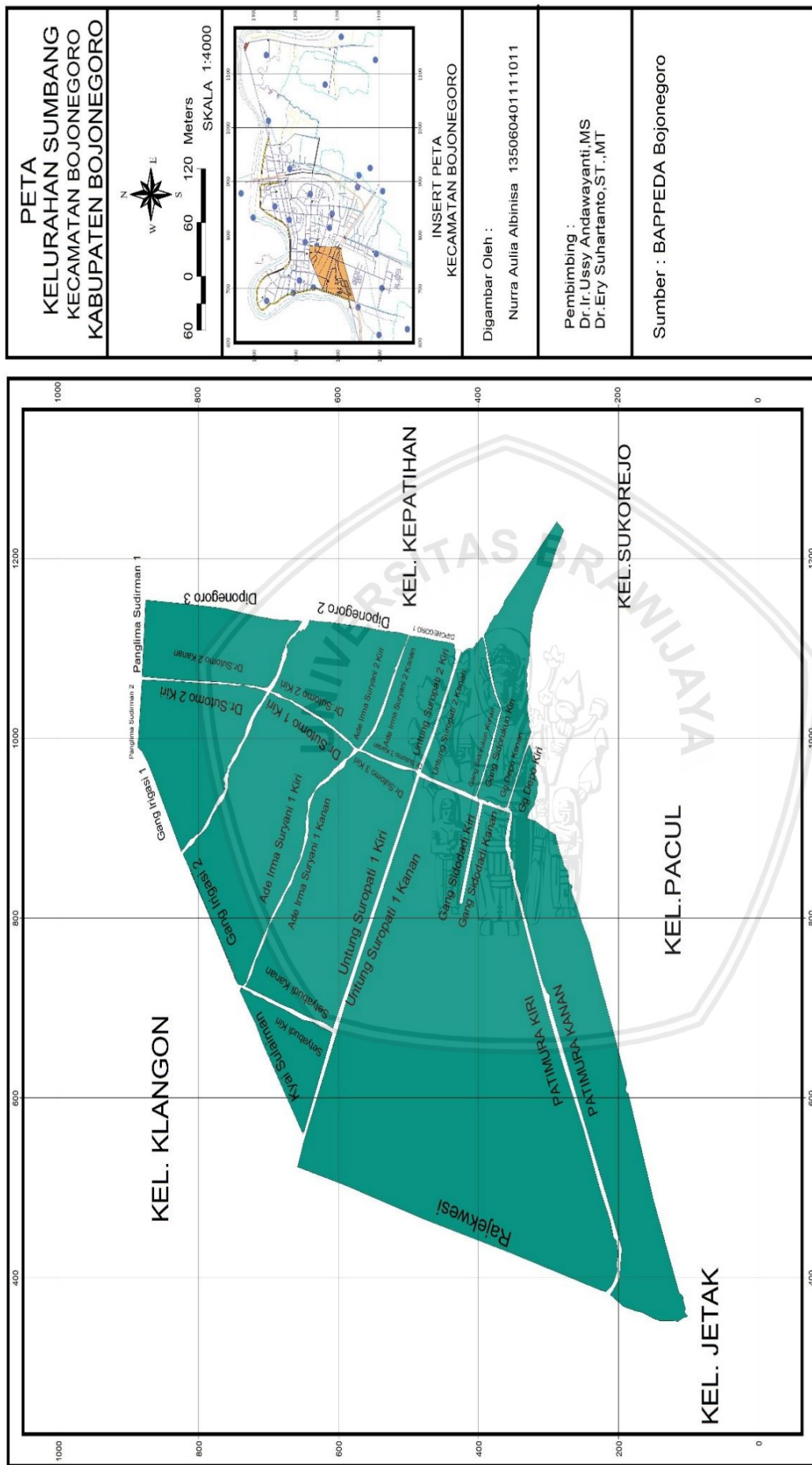
Kecamatan Bojonegoro yang memiliki luas wilayah sebesar 25,71 km<sup>2</sup>. Yang dibagi menjadi 18 kelurahan , 35 dukuh, 60 Rukun Warga, 154 Rukun Tetangga. Secara geografis Kecamatan Bojonegoro memiliki batas wilayah administrasi sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kecamatan Trucuk / Kabupaten Tuban
- Sebelah Selatan : Kecamatan Dander / Kecamatan Kapas
- Sebelah Barat : Kecamatan Dander / Kecamatan Trucuk
- Sebelah Timur : Kecamatan Kapas / Kabupaten Tuban



Sumber : Bappeda Bojonegoro

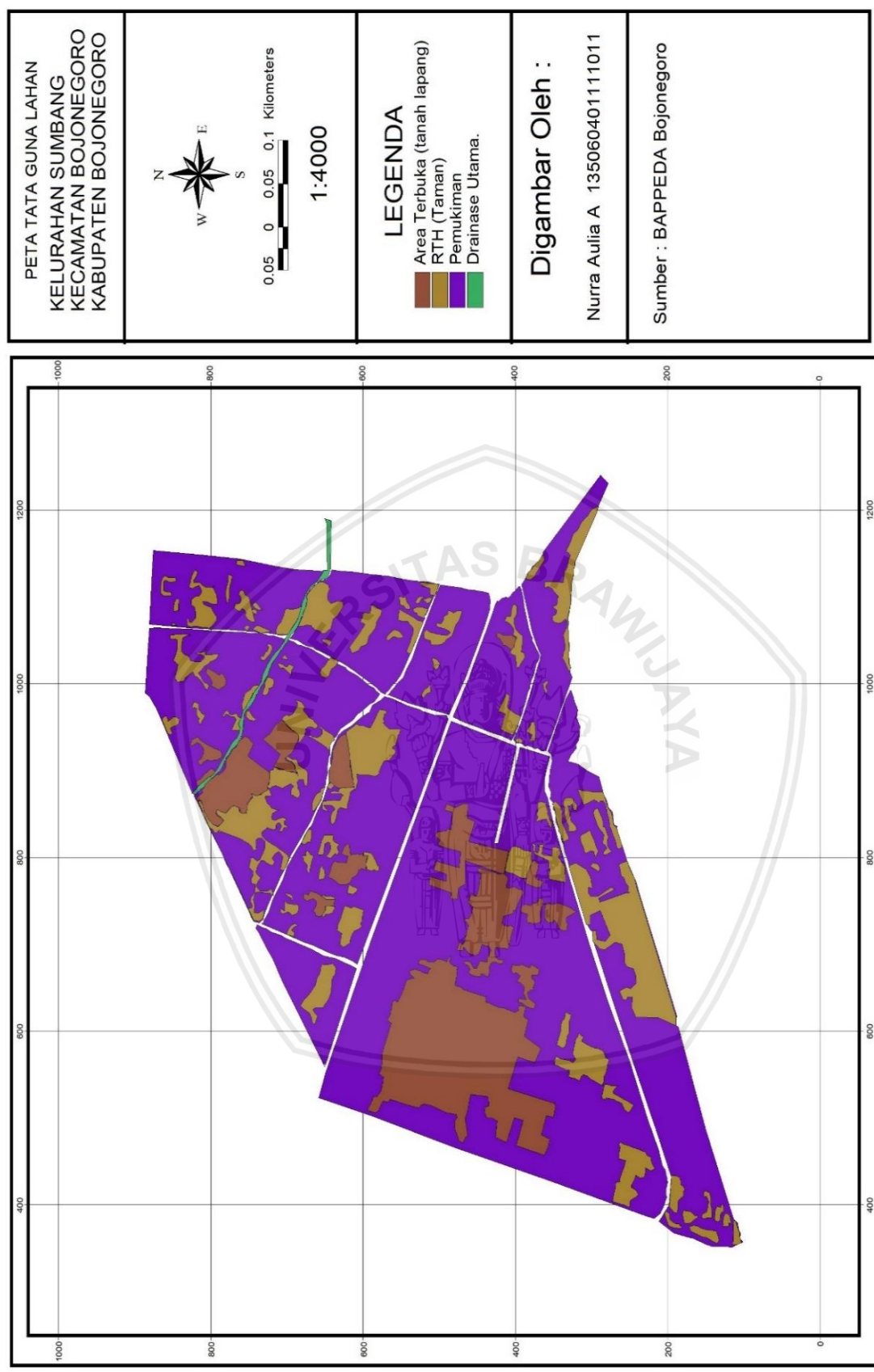




Gambar 3.3. Peta Kelurahan Sumbang

Sumber : Bappeda Bojonegoro





Gambar 3.4. Peta Tata Guna Lahan

Sumber : Bappeda Bojonegoro

### 3.1.1. Hidrologi dan Topografi

Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro menunjukkan bahwa di sepanjang daerah aliran sungai Bengawan Solo merupakan daerah dataran rendah, sedangkan di bagian selatan merupakan dataran tinggi disepanjang kawasan gunung Pandan, Kramat dan Gajah. Bengawan Solo mengalir dari selatan, menjadi batas alam dari Provinsi Jawa Tengah, kemudian mengalir ke arah timur, di sepanjang wilayah utara Kabupaten Bojonegoro. Bagian utara merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengawan Solo yang cukup subur dengan pertanian yang ekstensif. Kawasan pertanian umumnya ditanami padi pada musim penghujan dan tembakau pada musim kemarau. Bagian selatan adalah pegunungan kapur, bagian dari rangkaian Pegunungan Kendeng. Bagian barat laut (berbatasan dengan Jawa Tengah) adalah bagian dari rangkaian Pegunungan Kapur Utara.

Wilayah Kecamatan Bojonegoro terletak pada ketinggian 0 sampai kurang dari 1000 meter di atas permukaan air laut. Ketinggian tersebut dapat dikelompokkan atas; ketinggian 0 -100 meter luasnya 147.784 Ha , ketinggian 100 - 500 meter dengan luas 82.348 Ha, dan ketinggian 500 -1000 meter dengan luas 574 Ha.

### 3.1.2. Iklim

Tipe iklim di wilayah Kelurahan Sumbang adalah beriklim tropis, dengan suhu rata-rata 27,8 C suhu udara berkisar antara 24,2 C – 31,4 C dan hanya mengenal dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan, curah hujan baik langsung maupun tak langsung akan mempengaruhi jenis dan pola tanam serta pola identitas penggunaan tanah dan tersedianya air pengairan.

### 3.1.3. Geologi dan struktur tanah

Jenis batuan yang berada di daerah Bojonegoro adalah batuan kapur. Bagian selatan adalah pegunungan kapur, bagian dari rangkaian Pegunungan Kendeng. Bagian barat laut (berbatasan dengan Jawa Tengah) adalah bagian dari rangkaian Pegunungan Kapur Utara.

Jenis Tanah yang berada di Bojonegoro adalah :

- a.Alluvial :46.349Ha(20,09%)
- b.Gruasol :88.937Ha(38,55%)
- c.Litosol :50.871(22.05%)
- d. Medeteran : 44.549 (19,31 %)

### 3.2. Pengumpulan Data

Setelah mengetahui kondisi daerah kajian kemudian dilakukan pengumpulan data-data penunjang dari instansi terkait dengan sumber data untuk keperluan kajian ini. Data yang diperlukan dalam kajian ini adalah sebagai berikut :



### 1. Data curah hujan

Data curah hujan didapatkan dari Dinas Pengairan Kabupaten Bojonegoro. Data tersebut diambil dari stasiun hujan yang ada di sekitar Kecamatan Bojonegoro. Data jumlah penduduk .Data jumlah penduduk Kecamatan Bojonegoro didapat dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Bojonegoro .

### 2. Data inventarisasi sistem drainase

Data inventarisasi sistem drainase memuat data dimensi eksisting sistem drainase, data kerusakan sistem drainase, dll.

### 3. Peta-peta pendukung

- ✓ Peta lokasi kajian
- ✓ Peta topografi
- ✓ Peta tata guna lahan
- ✓ Data drainase eksisting

### 3.3. Prosedur Pengolahan Data

Berdasarkan data-data yang diperoleh maka langkah selanjutnya yang akan dilakukan untuk menyelesaikan studi ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Menghitung curah hujan rancangan maksimum

Perhitungan curah hujan rancangan maksimum dilakukan dengan menggunakan metode Log Pearson Type III dengan pertimbangan metode ini dapat digunakan untuk semua sebaran data. Untuk pengujian kesesuaian distribusi ada dua macam yaitu :

##### a. Uji Smirnov-Kolmogorof

Uji ini dipengaruhi oleh banyaknya data dan batas nilai simpangan data

##### b. Uji Chi-Kuadrat

Uji ini dipengaruhi oleh banyaknya data dan menggunakan taraf kepercayaan 5%

##### c. Uji Ketiadaan Trend

Deret berkala yang nilainya menunjukkan gerakan yang berjangka panjang dan mempunyai kecenderungan menuju kesatu arah, arah menaik atau menurun disebut dengan pola atau trend (*trend*). Disini menggunakan tiga metode, diantaranya uji korelasi peringkat metode Spearman, Mann dan Whitney, dan Tanda dari Cox dan Stuart.

##### d. Uji Stasioner

Setelah dilakukan pengujian ketiadaan trend, apabila deret berkala tersebut tidak menunjukkan adanya trend sebelum data deret berkala digunakan untuk analisis lanjutan harus dilakukan uji stasioner.

e. Uji Persistensi

Persistensi adalah ketidak tergantungan dari setiap nilai dalam deret berkala. Untuk melaksanakan pengujian persistensi harus dihitung besarnya koefisien korelasi serial. Salah satu metode untuk menentukan koefisien serial adalah dengan metode Spearman.

2. Menghitung luas daerah pengaliran

Daerah pengaliran/*catchment area* adalah daerah tempat curah hujan mengalir menuju ke saluran. Ditentukan berdasarkan perkiraan dengan pedoman garis kontur yaitu garis-garis yang menghubungkan titik-titik dengan ketinggian yang sama. Setelah itu dihitung dengan menggunakan planimeter pada peta topografi. Kalau tersedia foto udara penentuan luas daerah aliran lebih mudah karena batas-batas daerah aliran jelas dapat ditentukan lebih jelas (Sosrodarsono, 1993, p.169 ).

3. Menghitung koefisien pengaliran

Perhitungan koefisien pengaliran dapat dilakukan berdasarkan data tata guna lahan. Dari peta tersebut akan diketahui berapa besar koefisien pengaliran akibat perubahan peruntukan lahan.

4. Menghitung intensitas hujan

Dari data curah maka dapat dihitung intensitas hujan dengan menggunakan rumus Mononobe. Pada rumus ini besarnya intensitas hujan dipengaruhi oleh lamanya curah hujan.

5. Menghitung debit air hujan dengan menggunakan rumus Rasional

Dari perhitungan luas daerah pengaliran (A), koefisien pengaliran (C), dan intensitas hujan (I) akan didapatkan suatu nilai, nilai tersebut nantinya akan digunakan untuk menghitung debit air hujan.

6. Menghitung debit air kotor berdasarkan prediksi jumlah penduduk.

Jumlah debit air kotor diperoleh dengan mengasumsikan jumlah air bersih yang dikonsumsi per orang dalam satu hari. Menghitung debit banjir rancangan yang berasal dari penjumlahan antara debit air hujan dan debit air kotor.

7. Menghitung kapasitas drainase berdasarkan data jaringan drainase yang sudah ada.

8. Evaluasi kemampuan kapasitas saluran drainase yang ada terhadap debit rencana.

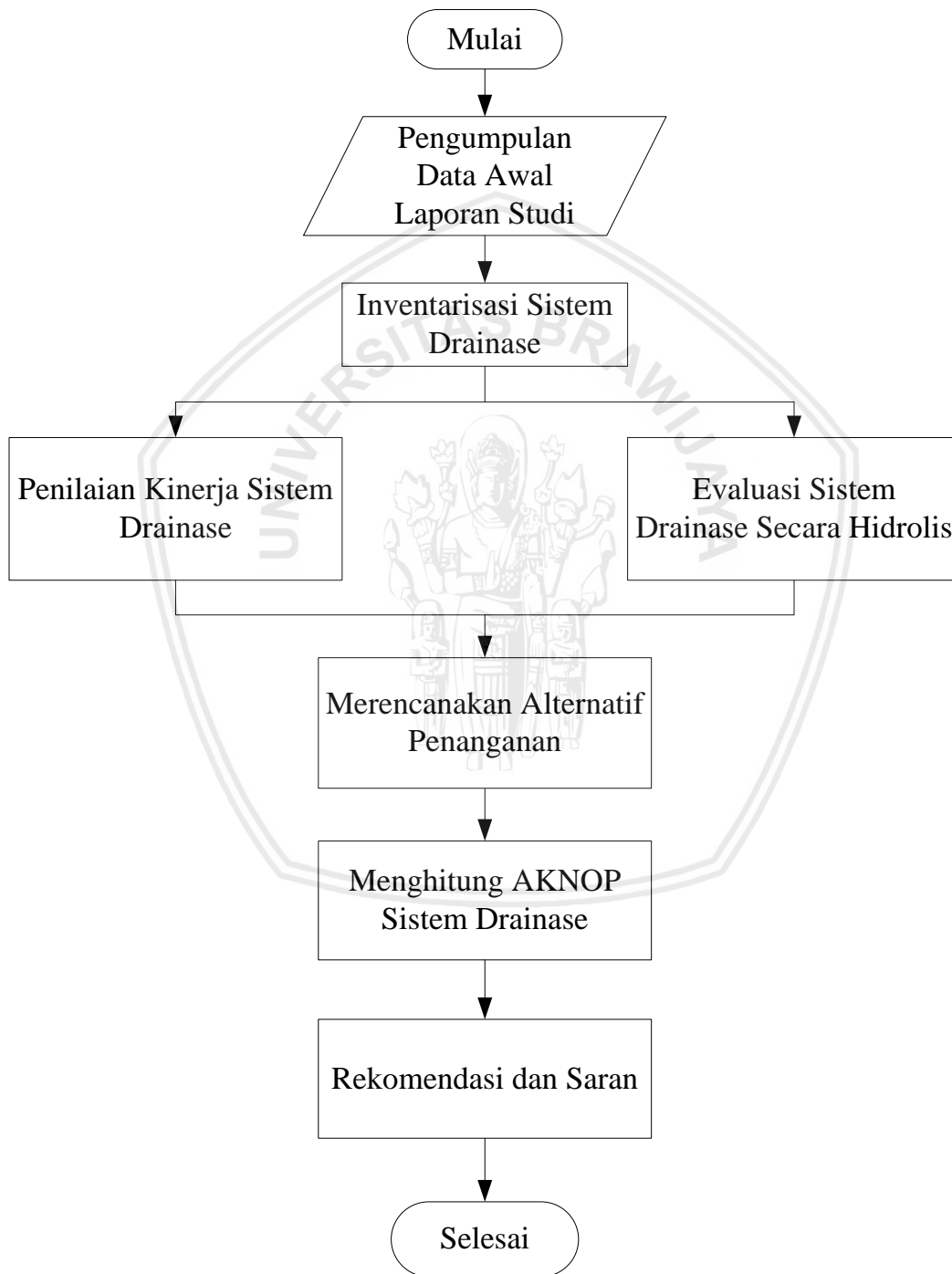
### 3.4. Analisa Masalah

Analisis masalah dalam studi kali ini adalah untuk mengetahui apa saja masalah yang terjadi pada drainase tersebut. Data-data yang dibutuhkan untuk analisis ini adalah data inventarisasi setiap bangunan drainase.

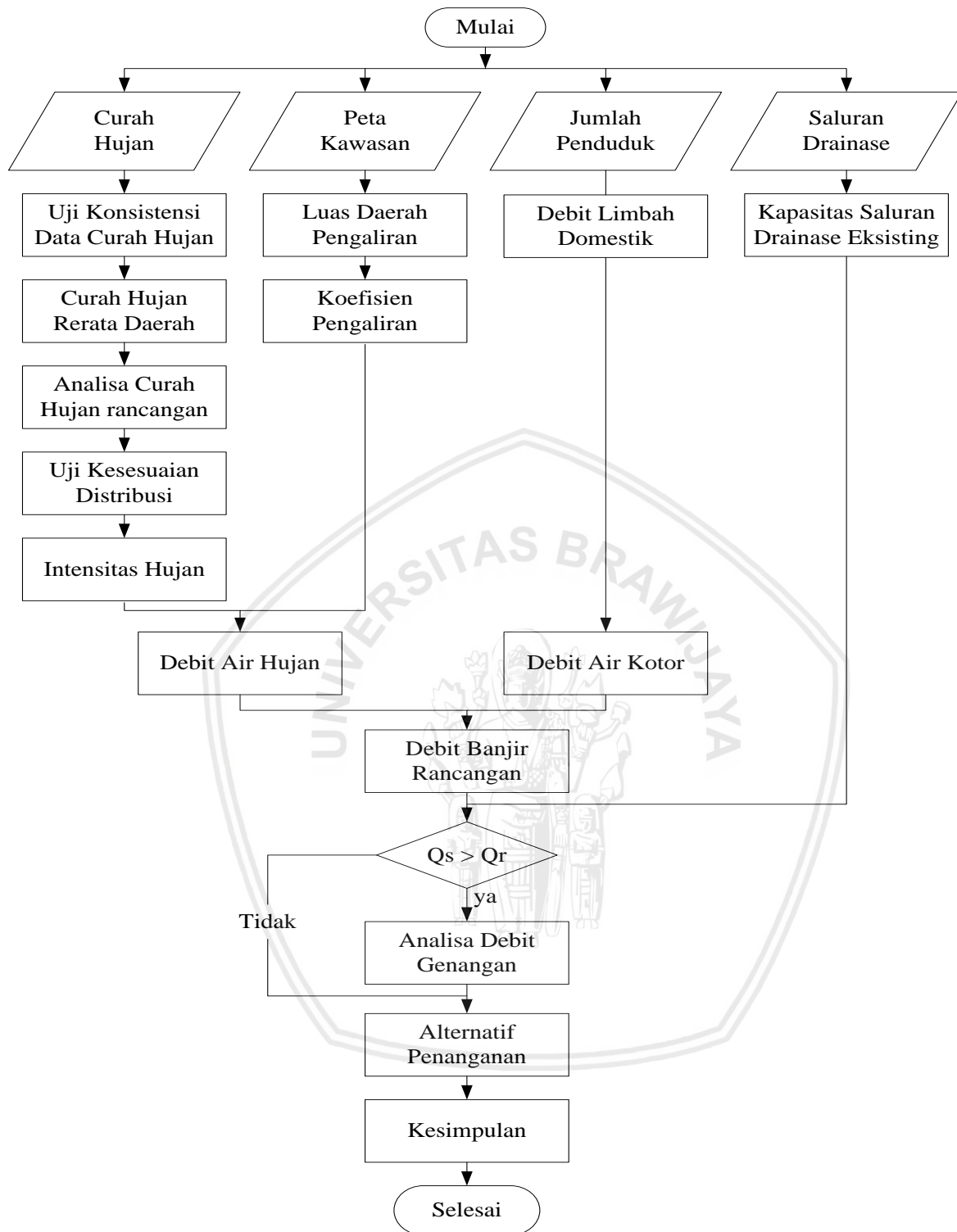
### 3.5. Analisa Biaya Operasi dan Pemeliharaan Drainase

Analisa biaya operasi dan pemeliharaan meliputi penentuan volume pekerjaan konstruksi dan biaya tiap unit konstruksi yang didasarkan atas standar biaya yang berlaku secara umum di daerah studi dan menghitung AKNOP drainase tersebut.

#### a. Diagram Alir Studi



Gambar 3.5. Diagram Alir Pengerjaan Studi



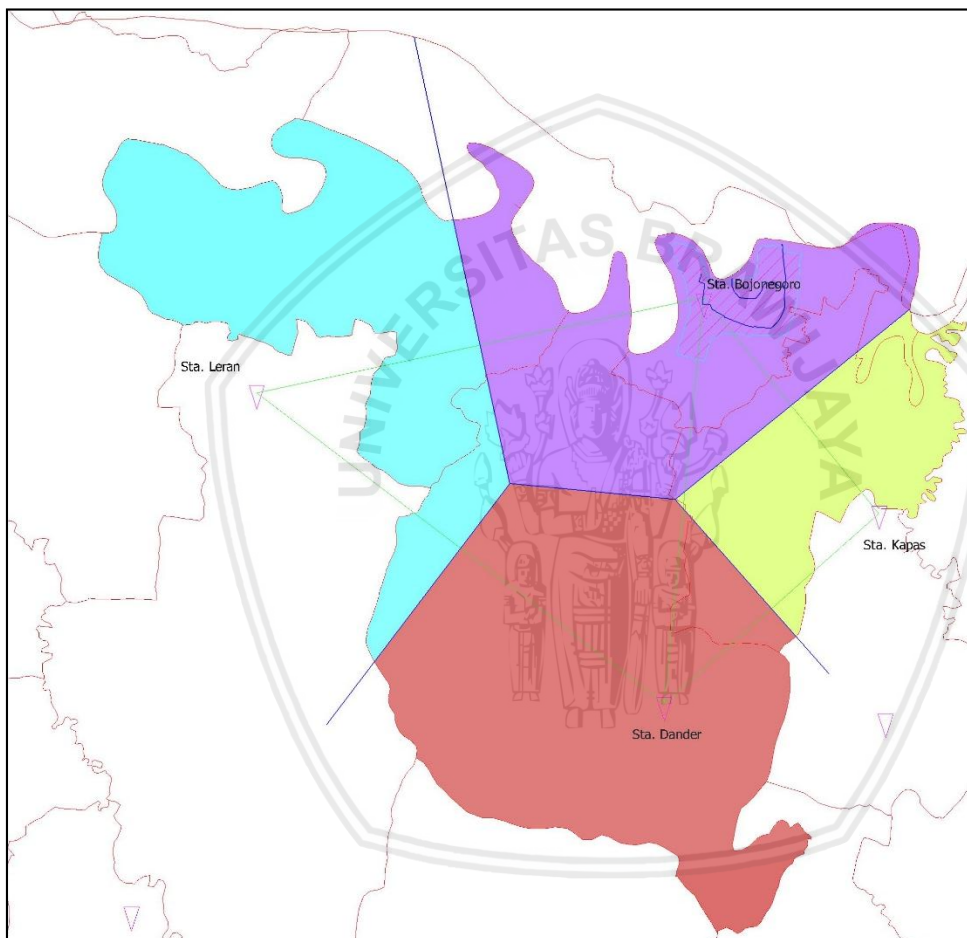
Gambar 3.6. Diagram Alir Evaluasi Sistem Drainase

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Peta Stasiun Hidrologi di Lokasi Studi

Peta Stasiun hujan berikut titik-titik lokasi stasiun hidrologi yang ada di Daerah Aliran Sungai dan sekitarnya disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta Poligon Thiessen Lokasi Penelitian

#### 4.2. Inventarisasi Sistem Drainase Eksisting Kelurahan Sumbang

##### 4.2.1. Identifikasi Permasalahan di Wilayah Studi

Dalam penyelesaian skripsi ini, yang pertama dilakukan adalah inventarisasi sistem drainase di tempat studi yang berguna untuk mengetahui bagaimana kondisi eksisting di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro. Setelah melakukan survei lapangan sistem drainase di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro didapatkan beberapa permasalahan di sistem drainase tersebut seperti di bawah ini :

### 1. Terdapat Sedimentasi

Sedimentasi merupakan masalah yang sering dijumpai pada saluran drainase perkotaan. Sedimentasi ini bisa menurunkan kinerja sistem saluran drainase sehingga tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya dikarenakan berkurangnya kapasitas saluran drainase akibat sedimentasi.



*Gambar 4.2 Sedimentasi Pada Saluran Gang Sidodadi Kanan*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

### 2. Terdapat Sampah Pada Saluran Drainase

Adanya sampah di saluran drainase di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro disebabkan karena perilaku masyarakat yang kurang sadar akan lingkungan untuk berbudaya cinta lingkungan. Daerah studi yang dekat dengan pertokoan, pedagang kaki lima dan kompleks sarana pendidikan membuat sampah semakin menumpuk dalam beberapa hari. Dari banyaknya sampah ini membuat berkurangnya kapasitas pada saluran drainase di daerah studi.





*Gambar 4.3* Penumpukan Sampah Pada Saluran Gg.Depo

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019

### 3. Adanya Tumbuhan Liar

Permasalahan ini sering terjadi dan ditemukan di saluran drainase yang ada di perkotaan dan juga menyebabkan berkurangnya kapasitas tampungan sistem drainase di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



*Gambar 4.4* Terdapat banyak tumbuhan liar di saluran drainase

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019



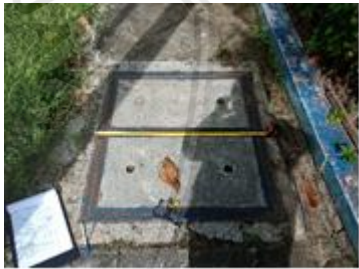

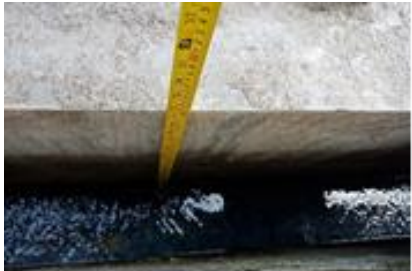
Dari hasil survei, identifikasi kondisi eksisting dan permasalahan yang ada pada tiap lokasi dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1

Rekapitulasi Kondisi dan Permasalahan yang Ada Pada Saluran Eksisting


No	Lokasi	Jarak Patok (m)	Kondisi Eksisting dan Permasalahan	Foto Lokasi
1	Patimura Kanan	0-100	Tertutup oleh trotoar	
			Terdapat sedimentasi 20 cm	
		200-300	Tertutup oleh trotoar	
		300-400	Tertutup oleh trotoar	
		400-500	Tertutup oleh trotoar	
			Terdapat sedimentasi 20 cm	
		500-600	Tertutup oleh trotoar	
		600-700	Tertutup oleh trotoar	
		700-800	Tertutup oleh trotoar	
		800-900	Tertutup oleh trotoar	
			Terdapat sedimentasi 20 cm	
		900-1000	Tertutup oleh trotoar	

Lanjutan Tabel 4.1. Rekapitulasi Kondisi dan Permasalahan yang Ada Pada Saluran Eksisting

No	Lokasi	Jarak Patok (m)	Kondisi Eksisting dan Permasalahan	Foto Lokasi
		1000-1027	Tertutup oleh trotoar	
2	Patimura	0-100	Tertutup oleh trotoar	
	Kiri	200-300	Tertutup oleh trotoar	
		300-400	Tertutup oleh trotoar	
		400-500	Tertutup oleh trotoar	
		500-600	Tertutup oleh trotoar	
		600-700	Tertutup oleh trotoar	
		700-800	Tertutup oleh trotoar	
		800-900	Tertutup oleh trotoar	
		900-1000	Tertutup oleh trotoar	
		1000-1014	Tertutup oleh trotoar	
			Terdapat sedimentasi 40 cm	
3	Gang depo	0-10	Terdapat sedimentasi 16 cm	
	Kanan	10-20	Terdapat tanaman liar di saluran	
		20-24	Adanya sampah plastik Terdapat tanaman liar di saluran	
4	Gang	0-10	Terdapat sedimentasi 16 cm	
	Depo Kiri	10-20	Terdapat sedimentasi 16 cm	
		20-24	Terdapat sedimentasi 16 cm	








Lanjutan Tabel 4.1. Rekapitulasi Kondisi dan Permasalahan yang Ada Pada Saluran Eksisting

No	Lokasi	Jarak Patok (m)	Kondisi Eksisting dan Permasalahan	Foto Lokasi
5	Gang	0-10	Terdapat sedimentasi 18 cm	
	Sidorukun	10-20	Terdapat sampah plastik	
	Kanan			
6	Gang	0-10	Terdapat tanaman liar dan sampah plastik	
	Sidorukun			
	Kiri	10-20	Terdapat sedimentasi 18 cm Terdapat tanaman liar dan sampah plastik	
7	Panglima	0-100	Tertutup oleh trotoar	
	Polim		Terdapat sedimentasi 18 cm	
	Kanan	100-200	Tertutup oleh trotoar	
			Terdapat sedimentasi 15 cm	
		200-300	Adanya sampah plastik, kertas	
8	Panglima	0-100	Tertutup oleh trotoar	
	Polim Kiri	100-200	Tertutup oleh trotoar	
		200-300	Tertutup oleh trotoar	
			Terdapat sedimentasi 24 cm	
		300-346	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 23 cm	
9	Dr	0-100	Tertutup oleh trotoar	
	Sutomo 1		Terdapat sedimentasi 30 cm	
	Kanan			

Lanjutan Tabel 4.1. Rekapitulasi Kondisi dan Permasalahan yang Ada Pada Saluran Eksisting






No	Lokasi	Jarak Patok (m)	Kondisi Eksisting dan Permasalahan	Foto Lokasi
		100-147	Tertutup oleh trotoar	
10	Dr Sutomo 1 Kiri	0-100	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 24 cm	
		100-147	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 23 cm	
11	Dr Sutomo 2 Kanan	0-100	Tertutup oleh trotoar	
		100-200	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 20 cm	
		200-259	Tertutup oleh trotoar	
12	Dr Sutomo 2 Kiri	100	Tertutup oleh trotoar	
		100-200	Terdapat sedimentasi 24 cm Tertutup oleh trotoar	
		200-259	Terdapat sedimentasi 23 cm Adanya sampah plastik makananan Tertutup oleh trotoar	
13	Dr.Sutomo 3 Kanan	0-48.70	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 24 cm	

Lanjutan Tabel 4.1. Rekapitulasi Kondisi dan Permasalahan yang Ada Pada Saluran Eksisting





No	Lokasi	Jarak Patok (m)	Kondisi Eksisting dan Permasalahan	Foto Lokasi
14	Dr.Sutomo 3 Kiri	0-48.70	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 20 cm	
15	Untung Suropati 1 Kanan	0-100 100-175	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 18 cm Tertutup oleh trotoar	
16	Untung Suropati 1 Kiri	0-100 100-160	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 14 cm Tertutup oleh trotoar	
17	Untung Suropati 1'	0-15	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 20 cm	
18	Untung Suropati 2 Kanan	0-50 0-87	Tertutup oleh trotoar Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 21 cm Terdapat sampah plastik makanan	







Lanjutan Tabel 4.1. Rekapitulasi Kondisi dan Permasalahan yang Ada Pada Saluran Eksisting

No	Lokasi	Jarak Patok (m)	Kondisi Eksisting dan Permasalahan	Foto Lokasi
19	Untung	0-50	Tertutup oleh trotoar	
	Suropati 2		Terdapat sedimentasi 16 cm	
	Kiri	0-87	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 15 cm	
20	Ade Irma	0-100	Tertutup oleh trotoar	
	Suryani 1	100-200	Tertutup oleh trotoar	
	Kanan	200-300	Tertutup oleh trotoar	
		300-400	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 12 cm	
		400-426	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 12 cm	
21	Ade Irma	0-100	Tertutup oleh trotoar	
	Suryani 1		Terdapat sedimentasi 10 cm	
	Kiri	100-200	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 10 cm	
		200-300	Tertutup oleh trotoar	
		300-400	Tertutup oleh trotoar	
		400-426	Tertutup oleh trotoar	
22	Ade Irma	0-100	Tertutup oleh trotoar	
	Suryani 2		Terdapat sedimentasi 12 cm	
	Kanan		Terdapat sampah plastik makanan	
100-142		Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi 11 cm		
23	Ade Irma	0-100	Tertutup oleh trotoar	
	Suryani 2		Terdapat sedimentasi 10 cm	
	Kiri	100-142	Tertutup oleh trotoar	

Lanjutan Tabel 4.1. Rekapitulasi Kondisi dan Permasalahan yang Ada Pada Saluran Eksisting





No	Lokasi	Jarak Patok (m)	Kondisi Eksisting dan Permasalahan	Foto Lokasi
24	Rajekwesi	0-100	Tertutup oleh trotoar	
		100-200	Tertutup oleh trotoar	
		200-300	Tertutup oleh trotoar	
			Terdapat sedimentasi 16 cm	
		300-400	Tertutup oleh trotoar	
		400-500	Tertutup oleh trotoar	
		500-600	Tertutup oleh trotoar	
		600-700	Tertutup oleh trotoar	
		700-800	Tertutup oleh trotoar	
		800-829	Tertutup oleh trotoar	
			Terdapat sedimentasi 15 cm	
25	Jl.Diponegoro 1	0-72	Tertutup oleh trotoar Terdapat Sedimentasi 19 cm	
26	Jl.Diponegoro 2	0-100	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi	
		100-167	Tertutup oleh trotoar Terdapat sampah plastik	
27	Jl.Diponegoro 3	0-100	Tertutup oleh trotoar	
		100-200	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi	
		200-270	Tertutup oleh trotoar	

Lanjutan Tabel 4.1. Rekapitulasi Kondisi dan Permasalahan yang Ada Pada Saluran Eksisting


No	Lokasi	Jarak Patok (m)	Kondisi Eksisting dan Permasalahan	Foto Lokasi
28	Gg.Sidodadi Kanan	0-100	Terdapat Sedimentasi	
		100-200	Terdapat sampah plastik	
		200-300	Terdapat sampah plastik	
		300-400	Terdapat tumbuhan liar	
		400-462	Terdapat Sedimentasi	
29	Gg.Sidodadi Kiri	0-100	Terdapat sampah plastik	
		100-200	Terdapat sampah plastik	
		200-300	Terdapat sampah plastik	
		300-400	Terdapat tumbuhan liar	
		400-462	Terdapat Sedimentasi	
30	Panglima Sudirman 1	0-46	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi	
31	Panglima Sudirman 2	0-48	Tertutup oleh trotoar Terdapat sedimentasi	



Lanjutan Tabel 4.1. Rekapitulasi Kondisi dan Permasalahan yang Ada Pada Saluran Eksisting

No	Lokasi	Jarak Patok (m)	Kondisi Eksisting dan Permasalahan	Foto Lokasi
32	Setyabudi Kanan	0-100	Terdapat sedimentasi	
		100-200	Terdapat sedimentasi	
		200-267	Terdapat sedimentasi	
			Terdapat tumbuhan liar Terdapat sampah	
33	Setyabudi Kiri	0-100	Terdapat sedimentasi	
		100-200	Terdapat sedimentasi	
		200-267	Terdapat sedimentasi	
			Terdapat sampah	
34	Gg.Irigasi 1	0-100	Terdapat Sedimentasi	
		100-173	Terdapat tumbuhan liar Terdapat Sedimentasi	
35	Gg.Irigasi 2	0-100	Terdapat tumbuhan liar Terdapat Sedimentasi	
		100-173	Terdapat tumbuhan liar Terdapat Sedimentasi	

Lanjutan Tabel 4.1. Rekapitulasi Kondisi dan Permasalahan yang Ada Pada Saluran Eksisting

No	Lokasi	Jarak Patok (m)	Kondisi Eksisting dan Permasalahan	Foto Lokasi
36	Jl.Kyai Sulaiman	0-100	Terdapat tumbuhan liar	
			Terdapat Sedimentasi	
		100-144	Terdapat tumbuhan liar	
			Terdapat Sedimentasi Terdapat Sampah	

Sumber : Hasil Survei, 2019

#### 4.2.2. Penilaian Kinerja Sistem Drainase Eksisting

Kinerja ialah penilaian tingkat keefektifan yang menghubungkan kualitas produk dengan produktivitasnya dengan kata lain kinerja ialah sesuatu yang digunakan guna memaparkan kerja, produk dan karakter umum juga proses. Kinerja dalam suatu sistem infrastruktur perkotaan merupakan jawaban dari berhasil atau tidaknya tujuan sistem infratraktur yang telah ditetapkan (Ditjen Cipta Karya, 2013). Para pengelola maupun pelaksana tatanan infrastruktur acap kali tidak mencermati seberapa jauh dan efektif kinerja yang telah berjalan sehingga instansi acap kali mengalami krisis yang serius. Opini yang kurang baik akan muncul manakala terusan tanda-tanda peringatan kinerja yang menurun. Penilaian kinerja bisa dilakukan dengan membagikan kuisisioner kepada seluruh ketua RT/RW di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro dan terlibat dalam musyawarah perencanaan pembangunan (khususnya tentang drainase) termasuk kegiatan drainase lainnya dan untuk instansi yang bersangkutan. Di lembar kuisisioner yang diberikan termuat pilihan jawaban A, B, C, dan D yang mana termuat kisaran skor penilaian pada setiap pilihan jawaban, yakni pilihan A berkisar antara 0-60, pilihan B berkisar antara 61-80, pilihan C berkisar antara 81-90, serta pilihan D berkisar antara 91-100. Narasumber akan mengambil pilihan satu dari empat pilihan jawaban yang ada lalu menentukan skor berdasarkan kisaran yang ada sesuai dengan jawaban yang dipilih. Semua hasil penilaian nantinya akan di rata-rata lalu dikalikan dengan bobot nilai pada setiap indikator. Total bobot penilaian semua indikator adalah 69 poin. Poin maksimum yang dapat dicapai adalah 6.900 poin berdasarkan hasil bobot x nilai (apabila setiap indikator mendapatkan nilai 100 atau nilai maksimum sesuai dengan kisaran nilai pada pilihan jawaban yang tersedia).

Poin maksimum (6.900 poin atau 100%) ini akan dibagi persentasenya untuk memudahkan dalam proses klasifikasi hasil kinerja.

Klasifikasi kinerja dibagi menjadi empat bagian sesuai dengan pembagian persentase menurut Ditjen Cipta Karya dan berdasarkan poin maksimum yang dapat diperoleh, yaitu:

1. Kurang untuk  $\leq 4.140$  poin ( $\leq 60\%$ )
2. Cukup untuk poin 4.141 – 5.520 poin (61% - 80%)
3. Baik untuk 5.521 – 6.210 poin (81% - 90%)
4. Sangat baik untuk 6.211 poin ( $\geq 91\%$ )

Dari hasil wawancara, pembagian kuisisioner, dan survei di Kelurahan Sumbang, Kecamatan Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro, didapatkan hasil penilaian kinerja untuk sistem drainase sebagaimana diperoleh pada tabel 4.2.

Tabel 4.2  
Penilaian Kinerja Sistem Drainase

No	Indikator / Sub Indikator	Bobot	Nilai	Bobot x Nilai
<b>A</b>	Non Fisik	30		
<b>1</b>	Peraturan / Kelembagaan	3		
	(1) SDM yang mendukung organisasi / jabatan struktural	3	85,00	255,00
<b>2</b>	Manajemen Pembangunan	16		
	(2) Dokumen perencanaan master plan / outline plan / SSK	3	73.3	220.0
	(3) Kesesuaian pelaksanaan pembangunan dengan perencanaan	2	95.0	190.0
	(4) Mekanisme pelaporan	1	66.1	50.3
	(5) Pengelolaan P/S sesuai dengan SOP	2	55.3	148.3
	(6) Pembiayaan APBD	3	86.7	260.0
	(7) Akses terhadap jaringan drainase	2	89.2	164.4
	(8) Pengurangan luasan genangan air	3	48.8	174.7
<b>3</b>	Upaya Pemda Mendorong PSM / Swasta	11		
	(9) Program Pemda dalam mendorong PSM	2	75.0	146.8
	(10) Peran aktif masyarakat melaporkan adanya genangan	1	75.8	71.7
	(11) Tindak lanjut terhadap pengaduan masyarakat	2	90.3	160.0
	(12) Keterlibatan masyarakat dalam proses perencanaan drainase kawasan kota	2	47.6	65.8
	(13) PSM / Swasta dalam memenuhi perencanaan drainase & NPSM	1	66.6	66.6
	(14) PSM & Swasta dalam operasi & pemeliharaan sistem drainase	3	70.0	210.0
<b>B</b>	Fisik	39		
<b>1</b>	Data Fisik Prasarana	15		
	(15) Sistem drainase	6	85.3	338.3
	(16) Bangunan penunjang	5	84.2	383.3
	(17) Resapan (sumur, saluran, bidang)	4	70.9	298.8
<b>2</b>	Fungsi Prasarana Sistem Drainase	15		
	(18) Berfungsinya saluran	6	66.4	388.3
	(19) Berfungsinya bangunan penunjang	4	51.9	280.0



Lanjutan Tabel 4.2  
Penilaian Kinerja Sistem Drainase

No	Indikator / Sub Indikator	Bobot	Nilai	Bobot x Nilai
	(20) Saluran drainase tidak menjadi tempat pembuangan sampah	3	80.0	252.5
	(21) Saluran drainase tidak menjadi tempat penyaluran air limbah yang tidak terolah	2	77.4	163.5
<b>3</b>	Kondisi Operasi dan Pemeliharaan Prasarana	9		
	(22) Dilaksanakannya operasi & pemeliharaan sistem saluran	6	88.1	495.0
	(23) Dilaksanakannya operasi & pemeliharaan bangunan penunjang	3	53.3	200.0
	(24) Berfungsinya bangunan penunjang	4	60.9	300.0
	(25) Berfungsinya Waduk / Kolam Retensi / Tandon	5	30.0	150.0
	(26) Berfungsinya Rumah Pompa dan Kelengkapannya	4	85.0	340.0
	(27) Saluran drainase tidak menjadi tempat pembuangan sampah	3	70.0	210.0
	(28) Saluran drainase tidak menjadi tempat penyaluran air limbah yang tidak terolah"	2	30	60.0
	Jumlah	69		6113.4

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Setelah dilakukan survei di lapangan, wawancara, dan penyebaran kuisioner kepada 18 koresponden yaitu kepala RT/RW, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Bappeda, dan Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro, dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem drainase di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro diperoleh 6.113.40 poin (88,60%) dari 6.900 poin yang bisa diperoleh. Penilaian tersebut menggunakan pedoman pada indikator kinerja yang dikeluarkan oleh Ditjen Cipta Karya pada tahun 2013 dan sesuai dengan klasifikasi penilaian yang ada, jadi kinerja sistem drainase eksisting dengan perolehan poin tersebut tergolong baik karena poin yang diperoleh antara 5.521 – 6.210 poin atau berkisar antara 81% - 90%.

Dari indikator yang ada, dapat dilihat bahwa peran serta masyarakat dirasa belum maksimal, seperti tingkat keaktifan untuk melaporkan adanya daerah genangan, keterlibatan dalam perencanaan, pembangunan, serta operasi dan pemeliharaan sistem drainase. Hal ini perlu menjadi perhatian oleh institusi dalam perbaikan dan peningkatan keterlibatan masyarakat serta swasta demi mendukung sistem drainase yang berkelanjutan. Penyebab dari kurangnya keterlibatan masyarakat adalah karena kurangnya komunikasi antara masyarakat dengan lembaga yang bersangkutan dalam mewujudkan keberfungsian item drainase secara maksimal.

### 4.3 Evaluasi Kapasitas Tampung Saluran Drainase Eksisting

#### 4.3.1 Analisa Data

##### 1. Uji Konsistensi dengan Metode RAPS

Dalam penelitian ini pengujian kepenggahan (konsistensi) dilakukan dengan RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Pengujian ini berguna untuk membuktikan kebenaran data di lapangan yang tidak dipengaruhi kesalahan pada saat pengiriman atau pengukuran (Harto, 1993, p 59). RAPS adalah pengujian kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar kumulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya (Buishand, 1982 dalam Harto, 1993, p.59).

Berikut contoh perhitungan uji konsistensi pada curah hujan stasiun pengairan.

Jumlah data (n)	= 14
Jenis data	= Data hujan maksimum tahun 2003 – 2016
Hujan maksimum rerata	= 66,00 mm
Sk*	= Hujan maksimum tahunan – Hujan maksimum rerata = 66,00 mm – 99,36 mm = -33,36 mm
Sk*	= 33,36 mm
Dy <sup>2</sup>	=   Sk*   <sup>2</sup> / Jumlah Data = -33,36 <sup>2</sup> / 14 = 79.48
Dy	= $\sqrt[2]{\sum Dy^2}$ = $\sqrt[2]{716.09} = 26,760$
Sk**	= Sk* / Dy = 33,36 / 26,760 = -1.25
Sk**	=   -1.25   = 1,25
Sk** maksimum	= 1,855
Sk** minimum	= -1, 583
Q	=   Sk** maksimum   = 1,855
R	= Sk** maksimum – Sk** minimum = 1,855 – (-1, 583) = 3,438
Q/ $\sqrt{n}$	= 1,855/ $\sqrt{14}$ = 0, 496 < 1,070 (Dengan probabilitas 90 %)

$$R/\sqrt{n} = 3,438 / \sqrt{14} = 0,919 < 1,262 \text{ (Dengan probabilitas 90 \%)}$$

Karena nilai  $Q/\sqrt{n}$  lebih kecil dari 1,070.) dan nilai  $R/\sqrt{n}$  lebih kecil dari 1,262 maka data tersebut dapat diterima atau dinyatakan konsisten. Perhitungan uji konsistensi dengan metode RAPS selengkapnya ditampilkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3

Uji Konsistensi Curah Hujan Stasiun Bojonegoro

No.	Tahun	Rmax (mm)	Sk*	Dy <sup>2</sup>	Sk**	[Sk**]
1	2003	66,00	-33,36	79.48	-1.25	1.25
2	2004	125,00	25,64	46.97	0.96	0.96
3	2005	113,00	13,64	13.29	0.51	0.51
4	2006	115,00	15,64	17.48	0.58	0.58
5	2007	112,00	12,64	11.42	0.47	0.47
6	2008	95,00	-4,36	1.36	-0.16	0.16
7	2009	105,00	5,64	2.27	0.21	0.21
8	2010	85,00	-14,36	14.72	-0.54	0.54
9	2011	149,00	49,64	176.03	1.86	1.86
10	2012	61,00	-38,36	105.09	-1.43	1.43
11	2013	99,00	-0,36	0.01	-0.01	0.01
12	2014	133,00	33,64	80.85	1.26	1.26
13	2015	76,00	-23,36	38.97	-0.87	0.87
14	2016	57,00	-42,36	128.15	-1.58	1.58
Jumlah		1391.00	0	716.09		
Rerata		99.36	0	51.15		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## 2. Uji Ketiadaan *Trend*

Uji Ketiadaan *Trend* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui ada tidaknya trend atau variasi dalam data. Apabila ada *trend* maka data tidak disarankan dalam analisis hidrologi. Data yang baik adalah data yang homogen, artinya data berasal dari populasi yang sama jenis. Data yang dapat digunakan untuk pengujian, data minimal lebih dari 10 tahun apabila kurang dari terkadang sulit untuk menentukan gerakan dari suatu *trend*.

### a. Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman

Dengan Rumusan :

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n}$$

$$t = KP \left[ \frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

dengan :

KP	= koefisien korelasi peringkat dari Spearman
n	= jumlah data
dt	= $R_t - T_t$
$T_t$	= peringkat dari waktu
$R_t$	= peringkat dari variable hidrologi dalam deret berkala
t	= nilai distribusi t
Jumlah data (n)	= 14
Jenis data	= Data hujan maksimum tahun 2003 – 2016
dk	= $n - 2$ = $14 - 2 = 12$
dt	= $R_t - T_t$ = $12 - 1 = 11$
$dt^2$	= $11^2 = 121$
$\sum dt^2$	= 326
KP	$= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n}$ = $1 - \frac{326}{14^3 - 14}$ = 0,28
t	$= KP \left[ \frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}}$ = $0,28 \left[ \frac{14-2}{1-(0,28^2)} \right]^{\frac{1}{2}}$ = $1,02 < 1,782$ (tc untuk derajat kepercayaan 5%) = $1,02 < 2,681$ (tc untuk derajat kepercayaan 1%)

Karena nilai t hitung lebih kecil dari 1,782 (tabel nilai tc untuk derajat kepercayaan 5%) dan 2,681 (tabel nilai tc untuk derajat kepercayaan 1%) maka data tersebut dapat diterima atau disimpulkan bahwa data hujan periode tahun 2003-2016 yang tercatat pada stasiun bojonegoro tidak terdapat *trend*, sehingga dapat digunakan untuk analisa peluang dan simulasi. Perhitungan uji ketiadaan *trend* selengkapnya ditampilkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4

Perhitungan Uji Ketiadaan Trend Stasiun Bojonegoro Metode Spearman

No.	Tahun	Xi	Peringkat, Tt		Peringkat Rt	dt	dt <sup>2</sup>
			Tahun	Xi			
1	2003	66.00	2011	149.00	9	8	64
2	2004	125.00	2014	133.00	12	10	100
3	2005	113.00	2004	125.00	2	-1	1
4	2006	115.00	2006	115.00	4	0	0
5	2007	112.00	2005	113.00	3	-2	4
6	2008	95.00	2007	112.00	5	-1	1
7	2009	105.00	2009	105.00	7	0	0
8	2010	85.00	2013	99.00	11	3	9
9	2011	149.00	2008	95.00	6	-3	9
10	2012	61.00	2010	85.00	8	-2	4
11	2013	99.00	2015	76.00	13	2	4
12	2014	133.00	2003	66.00	1	11	121
13	2015	76.00	2012	61.00	10	-3	9
14	2016	57.00	2016	57.00	14	0	0
Jumlah							326
N							14
KP							0.28
T							1.02

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

**b. Uji Mann dan Whitney**

Uji Mann dan Whitney digunakan untuk menguji apakah dua kelompok data yang tidak berpasangan berasal dari populasi yang sama atau tidak, selain itu juga bisa digunakan untuk menguji apakah suatu set sampel data deret berkala menunjukkan adanya trend atau tidak. (Suwarno, 1995, P 91). Dengan uji ini suatu data deret berkala dibagi menjadi dua bagian yang jumlahnya sama. Dihitung dengan rumus berikut :

✓ Untuk menghitung parameter statistik

$$U1 = N1 \cdot N2 + \frac{N1}{2} (N1 + 1) - Rm$$

$$U2 = N1 \cdot N2 - N2$$

Dengan :

$$U1.U2 = \text{parameter statistic}$$

$$N1 = \text{jumlah data kelompok A}$$

$$N2 = \text{jumlah data kelompok B}$$

$$Rm = \text{jumlah nilai peringkat dari rangkaian data kelompok A}$$

Pilih nilai U1 dan U2 yang nilainya lebih kecil sebagai nilai U

✓ Untuk menghitung uji Mann-Whitney, sebagai nilai Z :

$$Z = \frac{\frac{U - (N_1 \cdot N_2)}{2}}{\left[ \frac{1}{12} \{N_1 \cdot N_2 (N_1 + N_2 + 1)\} \right]^{\frac{1}{2}}}$$

Dengan :

U = parameter statistic

N1 = jumlah data kelompok A

N2 = jumlah data kelompok B

Berikut perhitungan Metode Mann-Whitney pada curah hujan di Stasiun Bojonegoro pada tabel 4.5.

Tabel 4.5  
Perhitungan Metode Mann Whitney

No	Kelompok 1	Peringkat	No	Kelompok 2	Peringkat
1	66.00	12	8	85.00	10
2	125.00	3	9	149.00	1
3	113.00	5	10	61.00	13
4	115.00	4	11	99.00	8
5	112.00	6	12	133.00	2
6	95.00	9	13	76.00	11
7	105.00	7	14	57.00	14
<b>Jumlah</b>		46			59

Sumber : Perhitungan, 20119

Uraian perhitungan :

$$U1 = 7 \cdot 7 + \frac{7}{2} (7 + 1) - 46$$

$$= 31$$

$$U2 = 7 \cdot 7 - 31$$

$$= 18$$

$U1 > U2$ , maka  $U = U2 = 18$

$$Z = \frac{\frac{18 - (7 \cdot 7)}{2}}{\left[ \frac{1}{12} \{7 \cdot 7 (7 + 7 + 1)\} \right]^{\frac{1}{2}}}$$

$$= -0.831$$

Dengan derajat kepercayaan 5% diperoleh  $Z_c = 1,645$  atau  $Z_c = -1,645$ . Sedangkan Z hitung = -0,831 sehingga  $Z \text{ hitung} < Z_c$  (diperoleh dari tabel). Maka dapat dikatakan bahwa data hujan Stasiun Bojonegoro berasal dari populasi yang sama atau dengan kata lain tidak terjadi perubahan yang nyata nilai rata-ratanya atau tidak menunjukkan adanya trend.



### c. Tanda dari Cox dan Stuart

Perubahan trend dapat juga ditunjukkan dengan uji dari Cox dan Stuart. Nilai urut waktu menjadi tiga bagian yang sama. Setiap bagian jumlahnya  $n' = n/3$ . Apabila sampel acak tidak dapat dibagi menjadi 3 bagian yang sama maka bagian yang kedua jumlahnya dikurangi 2 atau 1 buah. Selanjutnya membandingkan nilai bagian ke 1 dan ke 3, dan memberi tanda (+) untuk nilai yang plus dan (-) untuk nilai yang negative. Jumlah total nilai(+) dan (-) diberi tanda S, maka nilai Z dapat dihitung sebagai berikut :

Karena sampel data yang digunakan pada studi ini merupakan sampel kecil ( $n < 30$ ) maka menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} Z &= \frac{S - \frac{n}{6} - 0,50}{\left(\frac{n}{12}\right)^{\frac{1}{2}}} \\ &= \frac{3 - \frac{12}{6} - 0,50}{\left(\frac{12}{12}\right)^{\frac{1}{2}}} \\ &= 0,353 \end{aligned}$$

Tabel 4.6

Perhitungan Uji Tanda dari Cox dan Stuart

No	Kelompok I	No	Kelompok II	No	Kelompok III	Tanda III-1
1	66.00	5	112	9	99	+
2	125.00	6	95	10	133	+
3	113.00	7	149	11	76	-
4	115.00	8	61	12	57	+
Jumlah S						3

Sumber : Perhitungan, 2019

Dengan derajat kepercayaan 5% diperoleh  $Z_c = 1,645$  atau  $Z_c = -1,645$ . Sedangkan Z hitung = 0,353 sehingga  $Z \text{ hitung} < Z_c$  (diperoleh dari tabel). Maka dapat dikatakan bahwa data hujan Stasiun Bojonegoro berasal dari populasi yang sama atau dengan kata lain tidak terjadi perubahan yang nyata nilai rata-ratanya atau tidak menunjukkan adanya *trend*.

### 3. Uji Stasioner

Uji Stasioner dimaksudkan untuk menguji kestabilan nilai varian dan rata-rata dari deret berkala. Pengujian nilai varian dari deret berkala dilakukan dengan Uji F. Cara yang digunakan yaitu data dibagi dalam dua kelompok. Dalam setiap kelompok diuji dengan menggunakan distribusi F. Apabila nilai varian stabil, maka tidak perlu menguji kestabilan

nilai rata-ratanya. Berikut contoh perhitungan uji stasioner untuk data curah hujan stasiun bojonegoro.

$$\text{Jumlah data } (N_1) = 7$$

$$\text{Jenis data} = \text{Data hujan maksimum tahun 2003 – 2016}$$

$$\begin{aligned} X_{1\text{rerata}} &= \sum X_i \\ &= 104,43 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_1 = 19,286$$

$$\begin{aligned} dk_1 (\text{untuk Uji T}) &= (N_1 + N_2) - 2 \\ &= (7 + 7) - 2 = 12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dk_1 (\text{untuk Uji F}) &= N_1 - 1 \\ &= 7 - 1 = 6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \left( \frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= \left( \frac{7 \cdot 19,286^2 + 7 \cdot 35,198^2}{7 + 7 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= 30,654 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} \\ &= \frac{104,43 - 94,29}{30,654 \left( \frac{1}{7} + \frac{1}{7} \right)^{\frac{1}{2}}} \\ &= -0,619 < 1,782 \text{ (tc untuk derajat kepercayaan 5\%)} \\ &= -0,619 < 2,821 \text{ (tc untuk derajat kepercayaan 1\%)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} \\ &= \frac{7 \cdot 19,286^2 (7 - 1)}{7 \cdot 35,198^2 (7 - 1)} \\ &= 0,300 < 4,280 \text{ (F}_{\text{kritis}} \text{ untuk derajat kepercayaan 5\%)} \\ &= 0,300 < 8,470 \text{ (F}_{\text{kritis}} \text{ untuk derajat kepercayaan 1\%)} \end{aligned}$$

Karena nilai  $t_{\text{hitung}}$  lebih kecil dari 1,782 (tabel nilai tc untuk derajat kepercayaan 5%) dan 2,821 (tabel nilai tc untuk derajat kepercayaan 1%) maka dapat disimpulkan bahwa data

hujan periode tahun 2003-2016 yang tercatat pada stasiun pengairan berdasarkan uji kestabilan rata-rata adalah stasioner. Di sisi yang lain, nilai  $F_{hitung}$  lebih kecil dari 4,280 (tabel nilai  $F_{kritis}$  untuk derajat kepercayaan 5%) dan 8,470 (tabel nilai  $F_{kritis}$  untuk derajat kepercayaan 1%) maka dapat disimpulkan bahwa data hujan periode tahun 2003-2016 yang tercatat pada stasiun pengairan berdasarkan uji kestabilan varian adalah stasioner atau homogen. Perhitungan uji stasioner selengkapnya ditampilkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7

Kelompok Data Hujan Tahunan dan Perhitungan Uji Stasioner

No	Kelompok I		No.	Kelompok II	
	Tahun	Xi		Tahun	Xi
1	2003	66.00	8	2010	85.00
2	2004	125.00	9	2011	149.00
3	2005	113.00	10	2012	61.00
4	2006	115.00	11	2013	99.00
5	2007	112.00	12	2014	133.00
6	2008	95.00	13	2015	76.00
7	2009	105.00	14	2016	57.00
$N_1$		7.00	$N_2$		7.00
$X1_{rerata}$		104.43	$X2_{rerata}$		94.29
$S_1$		19.286	$S_2$		35.198
$dk_1$	(Uji T)	12.00	$dk_2$	(Uji T)	12.00
$dk_1$	(Uji F)	6.00	$dk_2$	(Uji F)	6.00
$t_o$		30.654			
$t$		0.619			
$F$		0.300			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

#### 4. Uji Persistensi

Uji persistensi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang diuji berasal dari sample acak atau tidak dan bebas atau tidak. Acak artinya mempunyai peluang yang sama untuk dipilih, sedangkan bebas artinya data data tidak tergantung waktu, data yang dipilih, kejadian tidak tergantung data yang lainnya dalam suatu populasi yang sama. Persistensi diartikan sebagai ketidak tergantungan dari setiap nilai dalam deret berkala. Uji persistensi dapat dilakukan dengan menghitung korelasi serial dengan metode Spearman.

Berikut contoh perhitungan persistensi menggunakan metode Spearman untuk data curah hujan stasiun bojonegoro.

Jumlah data (m) = 14

Jenis data = Data hujan maksimum tahun 2003 – 2004

$$\begin{aligned} dk &= m - 2 \\ &= 14 - 2 = 12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} di &= R_{t2} - R_{t1} \\ &= 9 - 12 = 3 \end{aligned}$$

$$di^2 = (3)^2 = 9$$

$$\sum di^2 = 433$$

$$\begin{aligned} KS &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (di)^2}{m^3 - m} \\ &= 1 - \frac{6.433}{14^3 - 14} \\ &= 0,048 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= KS \left[ \frac{m-2}{1-KS^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 0,048 \left[ \frac{14-2}{1-(0,048^2)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= 0,168 < 1,782 \text{ (tc untuk derajat kepercayaan 5\%)} \\ &= 0,168 < 2,681 \text{ (tc untuk derajat kepercayaan 1\%)} \end{aligned}$$

Karena nilai t hitung lebih kecil dari 1,812 (tabel nilai tc untuk derajat kepercayaan 5%) dan 2,681 (tabel nilai tc untuk derajat kepercayaan 1%) maka data hujan periode tahun 2003-2016 yang tercatat pada stasiun pengairan adalah persisten, sehingga layak dan valid digunakan untuk analisa peluang dan simulasi. Perhitungan uji persistensi selengkapnya ditampilkan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8  
Perhitungan Uji Persistensi Stasiun Bojonegoro Metode Spearman

No.	Tahun	Xi	Peringkat Rt	di	di <sup>2</sup>
1	2003	66	9		
2	2004	125.00	12	3	9
3	2005	113.00	2	-10	100
4	2006	115.00	4	2	4
5	2007	112.00	3	-1	1

Lanjutan Tabel 4.8

Perhitungan Uji Persistensi Stasiun Bojonegoro Metode Spearman

No.	Tahun	Xi	Peringkat Rt	di	di <sup>2</sup>
6	2008	95.00	5	2	4
7	2009	105.00	7	2	4
8	2010	85.00	11	4	16
9	2011	149.00	6	-5	25
10	2012	61.00	8	2	4
11	2013	99.00	13	5	25
12	2014	133.00	1	-12	144
<b>Jumlah</b>					433
<b>KS</b>					0.048
<b>t</b>					0.168

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

### 5. Uji Outlier

Outlier adalah data yang menyimpang cukup jauh dari trend kelompoknya. Keberadaan outlier ini biasanya mengganggu pemilihan jenis distribusi suatu sampel data, sehingga outlier ini perlu dibuang. Berikut merupakan hasil perhitungan uji outlier yang akan ditampilkan pada tabel 4.9. Uji Outlier Stasiun Bojonegoro.

Uraian perhitungan uji outlier di stasiun bojonegoro :

1. Urutkan data dari yang terbesar hingga terkecil
2. Hitung jumlah dari 14 data tersebut, didapatkan hasil sebesar 1391,00
3. Hitung rata- rata dari 14 data tersebut, didapatkan hasil sebesar 99,36
4. Hitung simpangan deviasi dari 14 data tersebut, didapatkan hasil sebesar 27,77
5. Cari pada tabel harga Kn dengan n = 14. Didapatkan kn = 2,692
6. Hitung nilai ambang batas atas sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 XH &= \bar{X} + Kn. S \\
 &= 1391,00 + 2,692. 27,77 \\
 &= 174.114
 \end{aligned}$$

7. Hitung nilai ambang batas bawah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 XL &= \bar{X} - Kn. S \\
 &= 1391,00 - 2,692. 27,77 \\
 &= 24.600
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9  
Uji Outlier Stasiun Bojonegoro

No.	Tahun	Hujan (mm)	Keterangan
1	2003	149.00	
2	2004	133.00	Nilai ambang batas, XH
3	2005	125.00	XH 174.114
4	2006	115.00	Nilai ambang batas, XL
5	2007	113.00	XL 24.600
6	2008	112.00	
7	2009	105.00	
8	2010	99.00	
9	2011	95.00	
10	2012	85.00	
11	2013	76.00	
12	2014	66.00	
13	2015	61.00	
14	2016	57.00	
<b>Jumlah</b>		1391.00	
<b>Rata-Rata (<math>\bar{X}</math>)</b>		99.36	
<b>Simpangan Deviasi</b>		27.77	
<b>Kn</b>		2.69	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Dari hasil perhitungan diatas tidak ada yang melebihi batas ambang atas maupun batas ambang bawah, sehingga tidak ada data yang perlu dibuang.

#### 4.3.2. Curah Hujan Daerah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dengan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada satu titik tertentu. Curah hujan ini harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan (Sosrodarsono, 1980:27).

Untuk mengetahui curah hujan di kawasan Kelurahan Sumbang berdasarkan data curah hujan harian dari pengamatan stasiun hujan bojonegoro tahun 2003 sampai dengan tahun 2016, maka digunakan metode *arithmetic mean*. Perhitungan curah hujan daerah dapat dilihat pada tabel 4.10.



Tabel 4.10  
Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Daerah

No	Tahun	Stasiun Bojonegoro(mm)	Curah Hujan Maksimum(mm)
1	2003	66.00	66.00
2	2004	125.00	125.00
3	2005	113.00	113.00
4	2006	115.00	115.00
5	2007	112.00	112.00
6	2008	95.00	95.00
7	2009	105.00	105.00
8	2010	85.00	85.00
9	2011	149.00	149.00
10	2012	61.00	61.00
11	2013	99.00	99.00
12	2014	133.00	133.00
13	2015	76.00	76.00
14	2016	57.00	57.00

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

#### 4.3.3. Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan merupakan curah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan kala ulang tertentu. Metode yang digunakan dalam analisa curah hujan rancangan ini adalah Gumbel dan Log Pearson III dengan pertimbangan bahwa metode ini lebih dapat dipakai untuk semua sebaran data. Adapun tahapan-tahapan perhitungan untuk mencari curah hujan rancangan pada masing-masing metode adalah sebagai berikut :

##### 1. Metode Gumbel

- Menghitung nilai  $\bar{X}$ ,  $X_i - \bar{X}$ ,  $(X_i - \bar{X})^2$ , dan  $X_i^2$
- Menghitung besar standar deviasinya (simpangan baku) dengan memasukkan harga  $(X_i - \bar{X})^2$  yang terdapat pada tabel 4.8. mulai dari tahun 2005 sampai dengan 2016.

Dari persamaan dibawah dapat dicari harga simpangan baku

$$\begin{aligned}
 S_i &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(1112,70 + \dots + 1794,13)}{14-1}} \\
 &= 27,770
 \end{aligned}$$

- Menghitung besarnya  $C_s$  dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S_i^3} \\
 &= \frac{14 \times (-37116,549 + \dots + (-75994,12))}{(14-1)(14-2)27,770^3} \\
 &= 0,002
 \end{aligned}$$

- Menghitung besarnya  $C_k$  dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 C_k &= \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4} \\
 &= \frac{14^2 \times (1238099,019 + \dots + 3218893,67)}{(14-1)(14-2)(14-3)27,770^4} \\
 &= 2,856
 \end{aligned}$$

- Jumlah data ( $n$ ) = 14, maka dari tabel didapatkan  $Y_n = 0,51$  dan  $S_n = 1,0095$ .

$$\bullet \quad \frac{1}{a} = \frac{S_i}{S_n} = \frac{27,770}{1,0095} = 27,509$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad b &= \bar{X} - \frac{Y_n \cdot S_i}{S_n} \\
 &= 99,36 - \frac{0,51 \cdot 27,770}{1,0095} = 85,328
 \end{aligned}$$

- Dari tabel  $Y_T$  diperoleh  $Tr\ 2 \rightarrow Y_2 = 0,3665$

- Hitung  $X_{\text{rancangan}}$  dengan persamaan

$$X_{\text{rancangan}} = b + \frac{1}{a} \cdot Y_t$$

$$\begin{aligned}
 X_{\text{rancangan } 2} &= 85,328 + 27,509 \cdot 0,3665 \\
 &= 95,41 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka didapatkan, curah hujan rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah 95,41 mm. Untuk curah hujan kala ulang lainnya dengan cara yang sama dapat dilihat pada tabel 4.11 sampai tabel 4.12.

Tabel 4.11  
Perhitungan Metode Gumbel

No.	Tahun	$X_i$	$X_i - X_{\text{rerata}}$	$(X_i - X_{\text{rerata}})^2$	$X_i^2$
1	2003	66.00	-33.36	1112.70	4356.00
2	2004	125.00	25.64	657.56	15625.00
3	2005	113.00	13.64	186.13	12769.00

Lanjutan Tabel 4.11. Perhitungan Metode Gumbel

No.	Tahun	$X_i$	$X_i - \bar{X}_{\text{rerata}}$	$(X_i - \bar{X}_{\text{rerata}})^2$	$X_i^2$
4	2006	115.00	15.64	244.70	13225.00
5	2007	112.00	12.64	159.84	12544.00
6	2008	95.00	-4.36	18.98	9025.00
7	2009	105.00	5.64	31.84	11025.00
8	2010	85.00	-14.36	206.13	7225.00
9	2011	149.00	49.64	2464.41	22201.00
10	2012	61.00	-38.36	1471.27	3721.00
11	2013	99.00	-0.36	0.13	9801.00
12	2014	133.00	33.64	1131.84	17689.00
13	2015	76.00	-23.36	545.56	5776.00
14	2016	57.00	-42.36	1794.13	3249.00
<b>Jumlah</b>	1391.00		10025.21	148231.00	
<b>Rata-rata</b>	99.36				
<b>Standar Deviasi</b>			27.770		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.12

Curah Hujan Rancangan Metode Gumbel

No.	Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan (mm)
1	2	95.41
2	5	126.59
3	10	147.23

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## 2. Metode Log Pearson Tipe III

- Mengubah curah hujan harian maksimum dalam bentuk logaritma
- Menghitung nilai logaritma rata-rata dengan persamaan

$$\text{Log} \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log .x_i}{n}$$

$$\begin{aligned} \text{Log} \bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n 24,226}{12} \\ &= 2,019 \end{aligned}$$

- Menghitung besar simpangan baku dengan memasukkan harga  $(\text{Log } X - \text{Log } \bar{X}_{\text{rerata}})^2$  yang terdapat pada tabel 4.10. mulai dari tahun 2003 sampai dengan 2016. Dari persamaan dapat dicari harga simpangan baku seperti di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 S_i &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{(0,001 + \dots + 0,025)}{12-1}} \\
 &= 0,116
 \end{aligned}$$

- Menghitung besarnya  $C_s$

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)S_i^3} \\
 &= \frac{12 \times (0,000 + \dots + 0,004)}{(12-1)(12-2)0,140^3} \\
 &= -0,514
 \end{aligned}$$

- Menghitung besarnya curah hujan rancangan untuk kala ulang yang telah ditentukan dengan memasukkan harga rerata  $\log X$  mulai tahun 2005 sampai tahun 2016 sebesar 2,019. Nilai  $K$  yang diperoleh dari Lampiran Tabel Distribusi Log Pearson Tipe III sebesar 0,085 untuk kala ulang 2 tahun dan  $S_i = 0,116$  ke dalam persamaan

$$\begin{aligned}
 \log X &= \overline{\log x} + K \cdot S_i \\
 &= 2,019 + (0,085 \times 0,116) = 2,029
 \end{aligned}$$

$$X = 106,84 \text{ mm}$$

Maka besar curah hujan rancangan dengan kala ulang 2 th adalah 106,84 mm. Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.13 sampai tabel 4.14.

Tabel 4.13  
Perhitungan Log Pearson Tipe III

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm)	Log X	Log X - Log $X_{\text{rerata}}$	(Log X - Log $X_{\text{rerata}}$ ) <sup>2</sup>	(Log X - Log $X_{\text{rerata}}$ ) <sup>3</sup>
1	2003	66.00	1.820	-0.161	0.026	-0.004
2	2004	125.00	2.097	0.117	0.014	0.002
3	2005	113.00	2.053	0.073	0.005	0.000
4	2006	115.00	2.061	0.081	0.006	0.001
5	2007	112.00	2.049	0.069	0.005	0.000
6	2008	95.00	1.978	-0.002	0.000	0.000
7	2009	105.00	2.021	0.041	0.002	0.000
8	2010	85.00	1.929	-0.051	0.003	0.000

Lanjutan Tabel 4.13  
Perhitungan Log Pearson Tipe III

No.	Tahun	Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm)	Log X	Log X - Log $X_{\text{rerata}}$	$(\text{Log X} - \text{Log } X_{\text{rerata}})^2$	$(\text{Log X} - \text{Log } X_{\text{rerata}})^3$
9	2011	149.00	2.173	0.193	0.037	0.007
10	2012	61.00	1.785	-0.195	0.038	-0.007
11	2013	99.00	1.996	0.015	0.000	0.000
12	2014	133.00	2.124	0.144	0.021	0.003
13	2015	76.00	1.881	-0.099	0.010	-0.001
14	2016	57.00	1.756	-0.224	0.050	-0.011
<b>Jumlah</b>		1391.00	27.72	0.000	0.217	-0.011
			2			
<b>Rerata</b>		99.36	1.980	0.000	0.015	-0.001
<b>Standar Deviasi</b>				0.129		
<b>Cs</b>				-0.454		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.14  
Hujan Rancangan Metode Log Pearson Tipe III

Tr (Tahun)	Pr (%)	Log $X_{\text{rerata}}$	Sd	Cs	K (Tabel)	$X_{\text{rancangan}}$ (mm)	
						Log X	X
2	50	1.980	0.129	-0.454	0.075	1.990	97.70
5	20	1.980	0.129	-0.454	0.856	2.091	123.20
10	10	1.980	0.129	-0.454	1.223	2.138	137.41

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

#### 4.3.4 Uji Kesesuaian Distribusi

##### 1. Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian dilakukan dengan membandingkan probabilitas tiap data, antara sebaran empiris dan sebaran teoritis, yang dinyatakan dalam  $\Delta$ . Harga  $\Delta$  terbesar ( $\Delta_{\text{maks}}$ ) dibandingkan dengan  $\Delta_{\text{Cr}}$  (dari Tabel *Smirnov Kolmogorof*) dengan tingkat keyakinan  $\alpha$  tertentu.

Pada tahap ini metode distribusi yang sudah dihitung sebelumnya yaitu metode Gumbel dan Log Pearson Tipe III akan diuji. Distribusi dianggap sesuai jika  $\Delta_{\text{maks}} < \Delta_{\text{cr}}$ . Langkah-langkah perhitungan untuk masing-masing metode adalah sebagai berikut:

##### a. Metode Gumbel

- Menghitung peluang empiris dengan memasukkan nomor urut data mulai dari yang terkecil sampai terbesar.



$$P(X) = \frac{1}{(1+1)} \times 100\% \\ = 0,067$$

- Menghitung nilai  $Pe(X)$

$$Pe(X) = 1 - 0,067 \\ = 0,933$$

- Menghitung nilai  $f(t)$

$$f(t) = \frac{X - \bar{X}}{Si} \\ = \frac{57,00 - 99,357}{27,770} = -1,525$$

- Menghitung nilai  $P'(X)$

$$P'(X) = \frac{1}{(14-1)} \times 100\% \\ = 0,077$$

- Menghitung nilai  $Pt(X)$

$$Pt(X) = 1 - 0,077 \\ = 0,923$$

- Menghitung selisih  $Pe(X)$  dan  $Pt(X)$  dengan persamaan

$$\Delta_{maks} = |Pe(X) - Pt(X)| \\ = |0,933 - (0,923)| \\ = 0,010$$

- Mencari nilai  $\Delta_{cr}$  lalu bandingkan dengan  $\Delta_{maks}$ . Untuk  $\alpha = 5\%$  diperoleh  $\Delta_{cr} = 0,349$  dan  $\Delta_{maks}$  adalah 0,144. Karena  $\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$  maka data dapat diterima. dari tabel harga kritis uji smirnov-kolmogorov untuk  $n = 14$ , dan  $\alpha = 1\%$  diperoleh  $\Delta_{cr} = 0,418$ . Karena  $\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$  maka data dapat diterima. Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Gumbel

No.	Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm)	P(X)	Pe(X)	f(t)	P'(X)	Pt(X)	Pe(X) - Pt(X)
1	57.00	0.067	0.933	-1.525	0.077	0.923	0.010
2	61.00	0.133	0.867	-1.381	0.154	0.846	0.021

Tabel 4.15

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Gumbel

No.	Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm)	P(X)	Pe(X)	f(t)	P'(X)	Pt(X)	Pe(X) - Pt(X)
3	66.00	0.200	0.800	-1.201	0.231	0.769	0.031
4	76.00	0.267	0.733	-0.841	0.308	0.692	0.041
5	85.00	0.333	0.667	-0.517	0.385	0.615	0.051
6	95.00	0.400	0.600	-0.157	0.462	0.538	0.062
7	99.00	0.467	0.533	-0.013	0.538	0.462	0.072
8	105.00	0.533	0.467	0.203	0.615	0.385	0.082
9	112.00	0.600	0.400	0.455	0.692	0.308	0.092
10	113.00	0.667	0.333	0.491	0.769	0.231	0.103
11	115.00	0.733	0.267	0.563	0.846	0.154	0.113
12	125.00	0.800	0.200	0.923	0.923	0.077	0.123
13	133.00	0.867	0.133	1.211	1.000	0.000	0.133
14	149.00	0.933	0.067	1.788	1.077	-0.077	0.144
<b>Rerata</b>			99.357			$\Delta_{max}$	0.144
<b>Standar Deviasi</b>			27.770				
<b>Cs</b>			0.002				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## b. Metode Log Pearson Tipe III

- Menghitung peluang empiris dengan memasukkan nomor urut data mulai dari yang terkecil sampai terbesar.

$$S_n = \frac{1}{(14+1)} \times 100\%$$

$$= 0,067$$

- Mencari nilai logaritma dari data hujan rerata maksimum.

$$\text{Log } 57,00 = 1,756$$

- Mencari nilai K

$$\text{Log } X = \text{Log } X + (K \times S_i)$$

$$K = (\text{Log } X - \text{Log } X_{\text{rerata}}) / S_i$$

$$= (1,756 - 1,980) / 0,129$$

$$= -1,738$$

- Mencari harga Pr melalui tabel distribusi Log Pearson Type III, didapat Pr = 94,7167

- Menghitung nilai Pt(X)

$$Pt(X) = 100 - 94,717/100$$

$$= 0,053$$

- Menghitung selisih  $Pe(X)$  dan  $Pt(X)$  dengan persamaan

$$= |Pe(X) - Pt(X)|$$

$$= |0,067 - 0,053|$$

$$= 0,014$$

- Mencari nilai  $\Delta_{cr}$  lalu bandingkan dengan  $\Delta_{maks}$ . Untuk  $\alpha = 5\%$  diperoleh  $\Delta_{cr} = 0,349$  dan  $\Delta_{maks}$  adalah 0,085. Karena  $\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$  maka data dapat diterima. dari tabel harga kritis uji smirnov-kolmogorov untuk  $n = 14$ , dan  $\alpha = 1\%$  diperoleh  $\Delta_{cr} = 0,418$ . Karena  $\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$  maka data dapat diterima. Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Log Pearson Tipe III

No.	Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm)	Log X	Pe(X)	K	Pr	Pt(X)	Pe(X) - Pt(X)
1	57.00	1.756	0.067	-1.738	94.717	0.053	0.014
2	61.00	1.785	0.133	-1.510	92.139	0.079	0.055
3	66.00	1.820	0.200	-1.245	88.489	0.115	0.085
4	76.00	1.881	0.267	-0.770	78.331	0.217	0.050
5	85.00	1.929	0.333	-0.393	65.706	0.343	0.010
6	95.00	1.978	0.400	-0.019	53.159	0.468	0.068
7	99.00	1.996	0.467	0.120	48.287	0.517	0.050
8	105.00	2.021	0.533	0.318	40.675	0.593	0.060
9	112.00	2.049	0.600	0.535	32.325	0.677	0.077
10	113.00	2.053	0.667	0.565	31.176	0.688	0.022
11	115.00	2.061	0.733	0.624	28.906	0.711	0.022
12	125.00	2.097	0.800	0.904	15.277	0.847	0.047
13	133.00	2.124	0.867	1.113	12.985	0.870	0.003
14	149.00	2.173	0.933	1.495	5.481	0.945	0.012
<b>Rerata</b>		1.980	0.500	0.000	49.118	0.442	0.047
<b>Standar Deviasi</b>			0.129			$\Delta_{max}$	0.085
<b>Cs</b>			-0.454				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## 2. Uji Chi-Square

Contoh perhitungan untuk curah hujan tahun 2003 sampai dengan tahun 2016. Pada tahap ini metode distribusi yang sudah dihitung sebelumnya yaitu metode Gumbel dan Log Pearson Tipe III akan diuji. Distribusi dianggap sesuai jika  $X^2_{hitung} < X^2_{kritis}$ .

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut:

- Metode Gumbel

- Penentuan banyak kelas dengan persamaan

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,322 \log n \\ &= 1 + 3,322 \log 12 \\ &= 5 \end{aligned}$$

- Menghitung nilai selisih tiap kelas ( $\Delta X$ ) dengan persamaan

$$\begin{aligned} \Delta X &= (X_{\text{maks}} - X_{\text{min}}) / (K - 1) \\ &= (149 - 57) / (5 - 1) \\ &= 23,00 \approx 23 \end{aligned}$$

- Menghitung nilai awal pada batas kelas

$$\begin{aligned} X_{\text{awal}} &= X_{\text{min}} - (1/2 \cdot \Delta X) \\ &= 57 - (1/2 \cdot 23,00) \\ &= 45,5 \approx 46 \end{aligned}$$

- Menghitung frekuensi teoritis

$$\begin{aligned} Ef &= n / K \\ &= 14 / 5 = 2,8 \end{aligned}$$

- Mencari derajat kebebasan ( $Dk$ )

$$\begin{aligned} Dk &= K - h - 1, \text{ dimana } h = 2 \\ Dk &= 2 \end{aligned}$$

sehingga didapat  $\alpha = 5\%$  dan  $\alpha = 1\%$  melalui tabel harga *chi-square*.

- Mencari nilai  $X^2$  hitung :

$$\begin{aligned} X^2_{\text{hitung}} &= \sum \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \\ &= 6,714 \end{aligned}$$

Tabel 4.17

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Chi-Square untuk Metode Gumbel

No	Batas Kelas (mm)	Jumlah Data		Ef - Of	(Ef - Of) <sup>2</sup> /Ef
		Expected Frequency (Ef)	Observed Frequency (Of)		
1	0 - 46	2.8	0	2.800	2.800
2	46 - 69	2.8	3	0.200	0.014
3	69 - 92	2.8	2	0.800	0.229
4	92 - 115	2.8	6	3.200	3.657
5	115 - ~	2.8	3	0.200	0.014
Jumlah		14	14		6.714

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa dengan nilai  $\alpha = 5\%$  dan  $X^2_{\text{kritis}}$  dari tabel = 5,991 (lampiran harga tabel *chi – square* ) distribusi gumbel ditolak karena  $X^2_{\text{hitung}} > X^2_{\text{kritis}}$ . , Untuk  $\alpha = 1\%$  dan  $X^2_{\text{kritis}}$  dari tabel = 9,210 (lampiran harga tabel *chi – square* ) dan harga  $X^2_{\text{hitung}} = 6,714$  maka distribusi gumbel diterima karena  $X^2_{\text{hitung}} < X^2_{\text{kritis}}$  .

b. Metode Log Pearson Tipe III

- Penentuan banyak kelas dengan persamaan

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,322 \text{ Log } n \\ &= 1 + 3,322 \text{ Log } 12 = 5 \end{aligned}$$

- Sebaran peluang untuk masing masing kelas adalah  $100\% / 5 = 20\%$

$$\begin{aligned} \text{Log } Y &= \text{Log } X_{\text{rerata}} + K \cdot \text{Simpangan Baku} \\ &= 1,9802 + (-0,820 \cdot (-0,106)) \end{aligned}$$

$$Y = 74,884$$

- Menghitung frekuensi teoritis

$$\begin{aligned} Ef &= n / K \\ &= 14 / 5 = 2,8 \end{aligned}$$

- Mencari derajat kebebasan (Dk)

$$\begin{aligned} Dk &= K - h - 1, \text{ dimana } h = 2 \\ Dk &= 2 \end{aligned}$$

sehingga didapat  $\alpha = 5\%$  dan  $\alpha = 1\%$  melalui tabel harga *chi-square*.

- Mencari nilai  $X^2_{\text{hitung}}$  :

$$X^2_{\text{hitung}} = \sum \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} = 1,000$$

Tabel 4.18

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Chi-Square untuk Metode Log Pearson Tipe III  
Bagian 1

Probabilitas	K	K * Sd	LOG Y	Y
80	-0.820	-0.106	1.874	74.884
60	-0.223	-0.029	1.951	89.410
40	0.335	0.043	2.023	105.549
20	0.856	0.110	2.091	123.196

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019



Tabel 4.19

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Chi-Square untuk Metode Log Pearson Tipe III Bagian 2

No	Batas Kelas (mm)	Jumlah Data		Ef - Of	$(Ef - Of)^2 / Ef$
		Expected Frequency (Ef)	Observed Frequency (Of)		
1	0 - 74,884	2.8	3	0.200	0.014
2	74,884 - 89,410	2.8	2	0.800	0.229
3	89,410 - 105,549	2.8	2	0.800	0.229
4	105,549 - 123,196	2.8	4	1.200	0.514
5	123,196 - ~	2.8	3	0.200	0.014
<b>Jumlah</b>		14	14		1.000

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa dengan nilai  $\alpha = 5\%$  maka  $X^2_{kritis}$  dari tabel = 5,991 (lampiran harga tabel *chi - square*) dan dengan nilai  $\alpha = 1\%$  maka  $X^2_{kritis}$  dari tabel = 9,210 (lampiran harga tabel *chi - square*). Karena  $X^2_{hitung} < X^2_{kritis}$ , maka distribusi Log Pearson Tipe III dapat diterima.

Tabel 4.20

Rekapitulasi Syarat Pemilihan Distribusi

Jenis Distribusi	Kriteria	Hasil	Kesimpulan
<b>Log Pearson</b>	$Cs \neq 0$	$Cs = -0,454$	Diterima
<b>Gumbel</b>	$Cs \leq 1,1396$ dan $Ck \leq 5,4002$	$Cs = 0,002$ dan $Ck = 2,856$	Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.21

Rekapitulasi Uji Kesesuaian Distribusi

No	Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan (mm)	
		Metode Log Pearson	Metode Gumbel
1	2	97.70	95.41
2	5	123.20	126.59
3	10	137.41	147.23
<b>Uji Smirnov Kolmogorov</b>			
<b>Interpretasi hasil:</b>			
<b>Jika <math>\Delta_{maksimum} &lt; \Delta_{kritis}</math> maka, distribusi yang digunakan bisa diterima</b>			
<b>Log Pearson</b>		<b>Gumbel</b>	
$\Delta_{maksimum}$		0,085	0,144
$\Delta_{kritis}$ untuk $\alpha$ 5%		0,349	0,349
<b>Kesimpulan</b>		Diterima	Diterima

Lanjutan Tabel 4.21

Rekapitulasi Uji Kesesuaian Distribusi

No	Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan (mm)	
		Metode Log Pearson	Metode Gumbel
Uji Smirnov Kolmogorov			
Interpretasi hasil:			
Jika $\Delta_{maksimum} < \Delta_{kritis}$ maka, distribusi yang digunakan bisa diterima			
		Log Pearson	Gumbel
	$\Delta_{maksimum}$	0,085	0,144
	$\Delta_{kritis}$ untuk a 5%	0,349	0,349
	Kesimpulan	Diterima	Diterima
	$\Delta_{maksimum}$	0,085	0,144
	$\Delta_{kritis}$ untuk a 1%	0,418	0,418
	Kesimpulan	Diterima	Diterima
Uji Chi-Square			
Interpretasi hasil:			
Jika $X^2_{hitung} < X^2_{kritis}$ maka, distribusi yang digunakan bisa diterima			
		Log Pearson	Gumbel
	$X^2_{hitung}$	1,000	6,714
	$X^2_{kritis}$ untuk a 5%	5,991	5,991
	Kesimpulan	Diterima	Ditolak
	$X^2_{hitung}$	1,000	6,714
	$X^2_{kritis}$ untuk a 1%	9,210	9,210
	Kesimpulan	Diterima	Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dari hasil perhitungan dan rekapitulasi tabel 4.21 dapat dilihat bahwa perhitungan hujan rancangan metode Log Pearson Tipe III memenuhi syarat pemilihan distribusi dan uji kesesuaian distribusi. Untuk perhitungan hujan rancangan metode Gumbel tidak memenuhi syarat pemilihan distribusi dan uji Chi-Square. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa pada perhitungan evaluasi kapasitas tampungan saluran drainase eksisting akan menggunakan curah hujan rancangan metode Log Pearson Tipe III.

#### 4.3.5 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Eksisting

Perhitungan kapasitas saluran drainase eksisting berguna untuk mengetahui kinerja saluran, mampu atau tidak mampu menampung debit. Kapasitas saluran drainase eksisting disini kemudian dibandingkan dengan kapasitas saluran drainase rencana.

Berikut contoh perhitungan kapasitas saluran drainase di Jalan Patimura Kanan menggunakan bentuk penampang segiempat :

$$\begin{aligned}
 B &= 0,50 \text{ m} \\
 h &= 1,00 \text{ m} \\
 s &= 0,002 \\
 n &= 0,02 \\
 A &= b \times h \\
 &= 0,50 \times 1,00 \\
 &= 0,50 \text{ m}^2 \\
 P &= b + 2h \\
 &= 0,50 + 2 ( 1,00 ) \\
 &= 2,50 \text{ m} \\
 R &= A / P \\
 &= 0,50 / 2,50 \\
 &= 0,20 \text{ m} \\
 V_{\text{sal}} &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,02} \cdot 0,20^{2/3} \cdot 0,002^{1/2} \\
 &= 0,765 \text{ m/det} \\
 Q_{\text{sal}} &= A \cdot V \\
 &= 0,50 \cdot 0,765 \\
 &= 0,382 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.22  
Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

No	Nama Saluran	Dimensi		n	A (m <sup>2</sup> )	P	R	Slope	V (m/det)	Q (m <sup>3</sup> /det)
		b(m)	h(m)							
1	Jl. Patimura Ka	0.50	1.00	0.02	0.500	2.500	0.200	0.002	0.765	0.382
2	Jl Patimura Ki	0.50	1.00	0.02	0.500	2.500	0.200	0.002	0.765	0.382
3	Gang Depo Kanan	0.40	0.50	0.02	0.200	1.400	0.143	0.003	0.697	0.139
4	Gang Depo Kiri	0.40	0.50	0.02	0.200	1.400	0.143	0.003	0.697	0.139
5	Gang Sidorukun Kanan	0.40	0.50	0.02	0.200	1.400	0.143	0.001	0.335	0.067
6	Gang Sidorukun Kiri	0.40	0.50	0.02	0.200	1.400	0.143	0.001	0.335	0.0669
7	Jl. Panglima Polim Kanan	0.80	1.00	0.02	0.800	2.800	0.286	0.003	1.188	0.950
8	Jl. Panglima Polim Kiri	0.80	1.00	0.02	0.800	2.800	0.286	0.003	1.188	0.950
9	Jl. Dr Sutomo 1 Kanan	1.30	1.20	0.02	1.560	3.700	0.422	0.003	1.514	2.362

## Lanjutan Tabel 4.22

## Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

No	Nama Saluran	Dimensi		n	A (m <sup>2</sup> )	P	R	Slope	V (m/det)	Q (m <sup>3</sup> /det)
		b(m)	h(m)							
10	Jl.Dr Sutomo 1 Kiri	1.30	1.20	0.02	1.560	3.700	0.422	0.003	1.514	2.362
11	Jl.Dr Sutomo 2 Kanan	1.30	1.20	0.02	1.560	3.700	0.422	0.003	1.514	2.362
12	Jl.Dr.Sutomo 2 Kiri	1.30	1.20	0.02	1.560	3.700	0.422	0.003	1.514	2.362
13	Jl.Dr.Sutomo 3 Kanan	1.30	1.20	0.02	1.560	3.700	0.422	0.003	1.514	2.362
14	Jl.Dr.Sutomo 3 Kiri	1.30	1.20	0.02	1.560	3.700	0.422	0.003	1.514	2.362
15	Jl. Untung Suropati 1 Kanan	0.50	1.00	0.02	0.500	2.500	0.200	0.001	0.513	0.256
16	Jl.Untung Suropati 1 Kiri	0.50	1.00	0.02	0.500	2.500	0.200	0.001	0.513	0.256
17	Jl.Untung Suropati 1'	0.50	1.00	0.02	0.500	2.500	0.200	0.001	0.513	0.256
18	Jl. Untung Suropati 2 Kanan	0.50	1.00	0.02	0.500	2.500	0.200	0.001	0.513	0.2565
19	Jl.Untung Suropati 2 Kiri	0.50	1.00	0.02	0.500	2.500	0.200	0.001	0.513	0.2565
20	Jl. Ade Irma Suryani 1 Kanan	0.40	0.60	0.02	0.240	1.600	0.150	0.002	0.547	0.1314
21	Jl.Ade Irma Suryani 1 Kiri	0.40	0.60	0.02	0.240	1.600	0.150	0.002	0.547	0.1314
22	Jl. Ade Irma Suryani 2 Kanan	0.40	0.60	0.02	0.240	1.600	0.150	0.002	0.547	0.1314
23	Jl.Ade Irma Suryani 2 Kiri	0.40	0.60	0.02	0.240	1.600	0.150	0.002	0.547	0.1314
24	Jl.Rajekwesi	0.50	1.00	0.02	0.500	2.500	0.200	0.005	1.209	0.605
25	Jl.Diponegoro 1	0.70	1.00	0.02	0.700	2.700	0.259	0.002	0.848	0.594
26	Jl.Diponegoro 2	0.70	1.00	0.02	0.700	2.700	0.259	0.002	0.848	0.594
27	Jl.Diponegoro 3	0.70	1.00	0.02	0.700	2.700	0.259	0.002	0.848	0.594
28	Gg.Sidodadi Kanan	0.40	0.60	0.02	0.240	1.600	0.150	0.001	0.540	0.1296
29	Gg.Sidodadi Kiri	0.40	0.60	0.02	0.240	1.600	0.150	0.001	0.540	0.1296
30	Jl.Panglima Sudirman 1	0.50	1.00	0.02	0.500	2.500	0.200	0.004	1.081	0.5407
31	Jl.Panglima Sudirman 2	0.50	1.00	0.02	0.500	2.500	0.200	0.004	1.081	0.5407
32	Jl.SetyaBudi Kanan	0.50	1.00	0.02	0.075	2.500	0.030	0.005	0.341	0.0256
33	Jl.SetyaBudi Kiri	0.50	1.00	0.02	0.075	2.500	0.030	0.005	0.341	0.0256
34	Gang Irigasi 1	0.40	1.00	0.02	0.400	2.400	0.167	0.004	0.958	0.3831
35	Gang Irgasi 2	0.40	1.00	0.02	0.400	2.400	0.167	0.004	0.958	0.3831
36	Jl.Kyai Sulaiman	0.40	1.00	0.02	0.400	2.400	0.167	0.004	0.958	0.3831

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**4.3.6. Debit Rancangan**

Debit rancangan adalah akumulasi dari debit air hujan dan debit air kotor.

Dimana dapat dihitung dengan rumus :

$$QT = Q_{ah} + Q_{ak}$$

#### 4.3.6.1. Perhitungan Debit Rancangan dengan Metode Rasional

Di dalam menghitung debit rancangan pada studi ini metode yang digunakan adalah Metode Rasional . Berikut persamaan rumus Metode Rasional :

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Sebab persamaan ini dapat digunakan untuk wilayah yang tidak terlalu luas pengalirannya atau kurang dari 300 ha.

##### A. Perhitungan Koefisien Pengaliran ( C )

Koefisien pengaliran merupakan koefisien yang besarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah, kemiringan medan, jenis tanah, dan lamanya hujan karena pengaliran. Dapat didefinisikan juga sebagai perimbangan antara akumulasi air yang mengalir di permukaan akibat hujan (limpasan) dengan akumulasi curah hujan yang turun. Berikut merupakan contoh hitungan koefisien pengaliran di Jalan Patimura kanan :

$$\text{Luas Pengaliran} = 7,335 \text{ Ha}$$

$$\text{Pemukiman} = 3,005 \text{ Ha}$$

$$\text{Jalan} = 3,110 \text{ Ha}$$

$$\text{RTH} = 0,686 \text{ Ha}$$

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times C_i}{\sum_i A_i}$$

$$= \frac{0,4+0,6+0,95}{7,335}$$

$$= 0,573$$

Selanjutnya perhitungan koefisien pengaliran disajikan pada tabel 4.23

Tabel 4.23

Perhitungan Koefisien Pengaliran ( C )

No	Nama Saluran	Luas ( Ha)				Luas Total (Ha)	Koefisien Pengaliran				C
		RTH	Pemukiman	Jalan	Area Terbuka (tanah lapang)		RTH	Pemukiman	Jalan	Area Terbuka (tanah lapang)	
1	Jl. Patimura Kanan	0.686	3.005	1.220	2.424	7.335	0.4	0.6	0.95	0.30	0.540
2	Jl. Patimura Kiri	0.306	8.607	1.190	2.223	12.326	0.4	0.6	0.95	0.30	0.575
3	Gang Depo Kanan	0.118	3.542	0.138	0.382	4.180	0.4	0.6	0.95	0.30	0.579
4	Gang Depo Kiri	0.000	3.800	0.126	0.000	3.926	0.4	0.6	0.95	0.30	0.611
5	Gang Sidorukun Kanan	0.300	1.000	0.068	0.000	1.368	0.4	0.6	0.95	0.30	0.540
6	Gang Sidorukun Kiri	0.000	0.700	0.072	0.000	0.772	0.4	0.6	0.95	0.30	0.633



Lanjutan Tabel 4.23  
Perhitungan Koefisien Pengaliran ( C )

No	Nama Saluran	Luas ( Ha )				Luas Total (Ha)	Koefisien Pengaliran				C
		RTH	Pemukiman	Jalan	Area Terbuka (tanah lapang)		RTH	Pemukiman	Jalan	Area Terbuka (tanah lapang)	
7	Jl. Panglima Polim Kanan	0.100	2.802	0.242	0.000	3.144	0.4	0.6	0.95	0.30	0.621
8	Jl. Panglima Polim Kiri	0.143	0.914	0.242	0.000	1.299	0.4	0.6	0.95	0.30	0.643
9	Jl. Dr Sutomo 1 Kanan	0.380	0.878	0.059	0.000	1.317	0.4	0.6	0.95	0.30	0.558
10	Jl.Dr Sutomo 1 Kiri	0.126	0.487	0.067	0.000	0.680	0.4	0.6	0.95	0.30	0.597
11	Jl.Dr Sutomo 2 Kanan	0.506	1.589	0.104	0.000	2.199	0.4	0.6	0.95	0.30	0.571
12	Jl.Dr.Sutomo 2 Kiri	0.456	1.268	0.109	0.335	2.168	0.4	0.6	0.95	0.30	0.529
13	Jl.Dr.Sutomo 3 Kanan	0.090	0.168	0.189	0.000	0.447	0.4	0.6	0.95	0.30	0.708
14	Jl.Dr.Sutomo 3 Kiri	0.000	0.179	0.164	0.000	0.343	0.4	0.6	0.95	0.30	0.767
15	Jl. Untung Suropati 1 Kanan	0.000	5.937	0.965	0.048	6.950	0.4	0.6	0.95	0.30	0.647
16	Jl.Untung Suropati 1 Kiri	0.430	4.300	1.12	0.882	6.732	0.4	0.6	0.95	0.30	0.606
17	Jl.Untung Suropati 1'	0.000	0.763	0.068	0.000	0.831	0.4	0.6	0.95	0.30	0.629
18	Jl. Untung Suropati 2 Kanan	0.000	0.939	0.183	0.443	1.565	0.4	0.6	0.95	0.30	0.556
19	Jl.Untung Suropati 2 Kiri	0.000	0.112	0.124	0.000	0.236	0.4	0.6	0.95	0.30	0.784
20	Jl. Ade Irma Suryani 1 Kanan	0.291	1.666	0.223	1.255	3.435	0.4	0.6	0.95	0.30	0.496
21	Jl.Ade Irma Suryani 1 Kiri	0.979	3.541	0.223	2.424	7.166	0.4	0.6	0.95	0.30	0.482
22	Jl. Ade Irma Suryani 2 Kanan	0.241	0.441	0.105	0.000	0.787	0.4	0.6	0.95	0.30	0.585
23	Jl.Ade Irma Suryani 2 Kiri	0.411	0.494	0.105	0.000	1.010	0.4	0.6	0.95	0.30	0.555
24	Jl.Rajekwesi	0.485	7.642	0.324	8.552	17.003	0.4	0.6	0.95	0.30	0.450
25	Jl.Diponegoro 1	0.060	0.106	0.062	0.000	0.228	0.4	0.6	0.95	0.30	0.643
26	Jl.Diponegoro 2	0.060	0.424	0.089	0.000	0.574	0.4	0.6	0.95	0.30	0.634
27	Jl.Diponegoro 3	0.060	1.297	0.182	0.000	1.538	0.4	0.6	0.95	0.30	0.634
28	Gg.Sidodadi Kanan	0.000	7.021	0.185	1.304	8.510	0.4	0.6	0.95	0.30	0.562
29	Gg.Sidodadi Kiri	0.000	6.0540	0.167	0.304	6.525	0.4	0.6	0.95	0.30	0.595
30	Jl.Panglima Sudirman 1	0.443	1.473	0.086	0.000	2.002	0.4	0.6	0.95	0.30	0.571
31	Jl.Panglima Sudirman 2	0.394	2.946	0.172	0.000	3.511	0.4	0.6	0.95	0.30	0.595
32	Jl.SetyaBudi Kanan	0.089	1.208	0.099	0.000	1.395	0.4	0.6	0.95	0.30	0.612
33	Jl.SetyaBudi Kiri	1.140	0.906	1.000	0.000	3.046	0.4	0.6	0.95	0.30	0.640
34	Gang Irigasi 1	0.036	1.348	0.182	0.000	1.566	0.4	0.6	0.95	0.30	0.636
35	Gang Irigasi 2	1.138	1.468	0.089	1.604	4.299	0.4	0.6	0.95	0.30	0.442
36	Jl.Kyai Sulaiman	1.108	0.478	0.137	0.000	1.723	0.4	0.6	0.95	0.30	0.499

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

## B. Metode Mononobe dan Kurva Intensitas

Metode Mononobe ini dapat digunakan untuk memprediksi hujan setiap jamnya dari hujan satuan yang ada. Mononobe merumuskan ke dalam persamaan berikut :

$$I = R_{24}/24x(24/t)^n$$

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = waktu konsentrasi hujan (jam), untuk Indonesia 6 jam

R<sub>24</sub> = curah hujan maksimum dalam 1 hari (mm/jam)

n = tetapan (untuk Indonesia diperkirakan 2/3)

Sebaran hujan jam-jaman digunakan metode Mononobe, dengan persamaan :

$$R_t = \frac{R_{24}}{t} \times \left[ \frac{t}{T} \right]^{2/3}$$

dengan :

$R_t$  = Intensitas hujan rata-rata dalam T jam (mm/jam)

$R_{24}$  = Curah hujan efektif (mm)

$t$  = Waktu mulai hujan (jam)

$T$  = Waktu konsentrasi hujan (jam)

Untuk daerah di Indonesia rata-rata  $t = 6$  jam, maka :

$$T = 1 \text{ jam} \quad R_1 = R_{24}/6 \cdot (6/1)^{2/3} = 0,550 \cdot R_{24}$$

$$T = 2 \text{ jam} \quad R_2 = R_{24}/6 \cdot (6/2)^{2/3} = 0,347 \cdot R_{24}$$

$$T = 3 \text{ jam} \quad R_3 = R_{24}/6 \cdot (6/3)^{2/3} = 0,265 \cdot R_{24}$$

$$T = 4 \text{ jam} \quad R_4 = R_{24}/6 \cdot (6/4)^{2/3} = 0,218 \cdot R_{24}$$

$$T = 5 \text{ jam} \quad R_5 = R_{24}/6 \cdot (6/5)^{2/3} = 0,188 \cdot R_{24}$$

$$T = 6 \text{ jam} \quad R_6 = R_{24}/6 \cdot (6/6)^{2/3} = 0,167 \cdot R_{24}$$

Untuk memperoleh curah hujan jam-jaman dihitung dengan Metode Rasional, curah hujan jam-jaman dianggap terkonsentrasi selama 6 jam setiap hari dengan persamaan :

a. Rata-rata hujan sampai ke T :

$$R_t = R_o \left[ \frac{6}{t} \right]^{2/3}$$

dengan :

$R_t$  = intensitas hujan selama t jam (mm/jam)

$t$  = lama hujan (jam)

$R_o$  = hujan harian rerata (mm)

$R_{24}$  = hujan harian efektif

b. Curah hujan jam ke t :

$$R_t = t \cdot R_t - (t-1) \cdot R_{(t-1)}$$

dengan :

$R_T$  = curah hujan pada jam ke t (mm)

$R_t$  = intensitas hujan selama t jam

$T$  = lamanya hujan (jam)

$R_{(t-1)}$  = intensitas hujan selama (t-1) jam

Prosentase Hujan Jam-Jaman

$$\text{dengan } R_t = t \cdot R_t - (t-1) \cdot R_{(t-1)}$$

$$1 \text{ jam } R_1 = (1 \times 0,5503R_{24}) - ((1-1) \times R_0)$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,5503R_{24} - 0 \\
 &= 0,5503 \times 100\% = 55\% \\
 \text{2 jam} \quad R_2 &= (2 \times 0,3467R_{24}) - ((2-1) \times 0,5503R_{24}) \\
 &= 0,6934R_{24} - 0,5503R_{24} \\
 &= 0,1430 \times 100\% = 14\% \\
 \text{3 jam} \quad R_3 &= (3 \times 0,2646R_{24}) - ((3-1) \times 0,3467R_{24}) \\
 &= 0,7937R_{24} - 0,6934R_{24} \\
 &= 0,1003 \times 100\% = 10\% \\
 \text{4 jam} \quad R_4 &= (4 \times 0,2184R_{24}) - ((4-1) \times 0,2646R_{24}) \\
 &= 0,8736R_{24} - 0,7937R_{24} \\
 &= 0,0799 \times 100\% = 8\% \\
 \text{5 jam} \quad R_5 &= (5 \times 0,1882R_{24}) - ((5-1) \times 0,2184R_{24}) \\
 &= 0,941R_{24} - 0,8736R_{24} \\
 &= 0,0675 \times 100\% = 7\% \\
 \text{6 jam} \quad R_6 &= (6 \times 0,1667R_{24}) - ((6-1) \times 0,1882R_{24}) \\
 &= R_{24} - 0,941R_{24} \\
 &= 0,059 \times 100\% = 6\%
 \end{aligned}$$

Curah hujan rancangan kala ulang 5 tahun = 131,19 mm

Intensitas hujan jam-jaman dengan kala ulang 5 tahun = Rasio x Curah hujan rancangan  
 $= 55\% \times 131,19 \text{ mm}$   
 $= 72,20 \text{ mm/jam}$

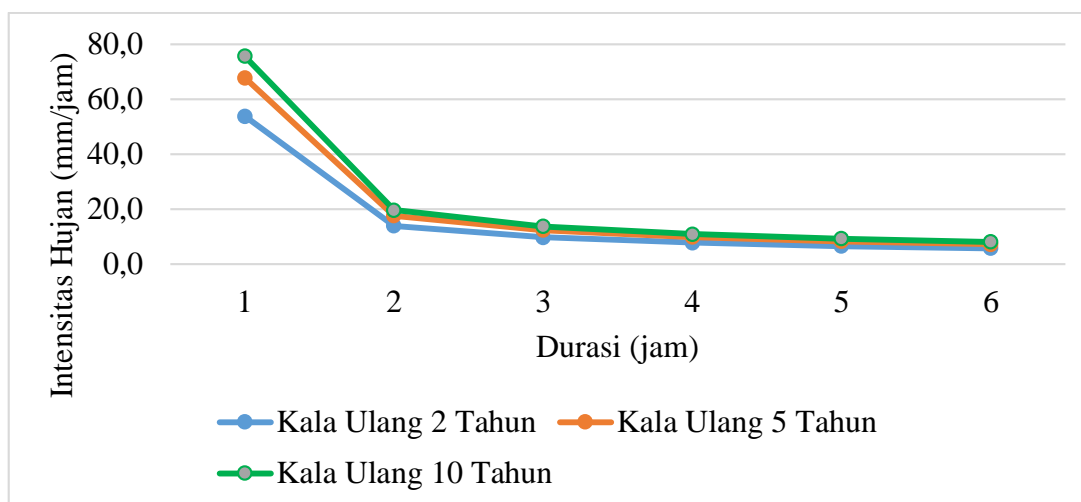
Perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.24 dibawah ini.

Tabel 4.24

Perhitungan Intensitas Hujan Jam-jaman dengan Metode Mononobe

Jam Ke	Rasio	Kumulatif	Intensitas Hujan dengan Kala Ulang (mm/jam)		
			2 th	5 th	10 th
1	55%	55%	53.77	67.80	75.62
2	14%	69%	13.97	17.62	19.65
3	10%	79%	9.80	12.36	13.79
4	8%	87%	7.80	9.84	10.98
5	7%	94%	6.59	8.31	9.27
6	6%	100%	5.76	7.26	8.10
<b>Hujan Rancangan (mm)</b>			97.70	123.20	137.41
<b>Koefisien Pengaliran</b>			0.60	0.60	0.60
<b>Hujan Efektif (mm)</b>			58.62	73.92	82.44

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019



Gambar 4.5. Grafik Kurva Intensitas Hujan Jam-Jaman dengan Mononobe Methode  
Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Dengan hasil akhir hitungan koefisien limpasan di setiap saluran dan intensitas hujan, lalu bisa dihitung debit air hujan menggunakan *Rasional Methode*. Selanjutnya perhitungan debit air hujan di saluran drainase di Jalan Patimura Kanan dengan kala ulang 2 tahun.

Contoh perhitungan :

$$A = 7,335 \text{ Ha}$$

$$C = 0,540$$

$$I \text{ Kala ulang 5 tahun} = 53,77 \text{ (mm/jam)}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{sal}} &= 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= 0,00278 \cdot 0,540 \cdot 53,77 \cdot 7,335 \\ &= 0,535 \text{ (m}^3\text{/dt)} \end{aligned}$$

Berikut perhitungan yang disajikan pada tabel 4.25 sampai 4.26

Tabel 4.25.

Perhitungan Debit Air Hujan Metode Rasional Kala Ulang 2 Tahun

No	Nama Saluran	A(Ha)	Koefisien Pengaliran	Panjang Saluran (m)	Slope	I (mm/jam)	Q Sal (m3/dt)
1	Jl. Patimura Kanan	7.335	0.540	1027	0.002	53.77	0.592
2	Jl Patimura Kiri	12.326	0.575	1014	0.002	53.77	1.059
3	Gang Depo Kanan	4.180	0.579	24	0.003	53.77	0.361
4	Gang Depo Kiri	3.926	0.611	24	0.003	53.77	0.359
5	Gang Sidorukun Kanan	1.368	0.573	20	0.001	53.77	0.117
6	Gang Sidorukun Kiri	0.772	0.633	20	0.001	53.77	0.073
7	Jl. Panglima Polim Kanan	3.144	0.621	346	0.003	53.77	1.794
8	Jl. Panglima Polim Kiri	1.299	0.643	346	0.003	53.77	1.374
9	Jl. Dr Sutomo 1 Kanan	1.317	0.558	147	0.003	53.77	4.544
10	Jl.Dr Sutomo 1 Kiri	0.680	0.597	147	0.003	53.77	5.717
11	Jl.Dr Sutomo 2 Kanan	2.199	0.571	259	0.003	53.77	0.358

Lanjutan Tabel 4.25.

Perhitungan Debit Air Hujan Metode Rasional Kala Ulang 2 Tahun

No	Nama Saluran	A(Ha)	Koefisien Pengaliran	Panjang Saluran (m)	Slope	I (mm/jam)	Q Sal (m <sup>3</sup> /dt)
12	Jl.Dr.Sutomo 2 Kiri	2.168	0.529	259	0.003	53.77	0.171
13	Jl.Dr.Sutomo 3 Kanan	0.447	0.708	49	0.003	53.77	1.999
14	Jl.Dr.Sutomo 3 Kiri	0.343	0.767	49	0.003	53.77	4.259
15	Jl. Untung Suropati 1 Kanan	6.950	0.647	175	0.001	53.77	1.816
16	Jl.Untung Suropati 1 Kiri	6.732	0.606	160	0.001	53.77	0.610
17	Jl.Untung Suropati 1'	0.831	0.629	15	0.001	53.77	0.078
18	Jl. Untung Suropati 2 Kanan	1.565	0.556	87	0.001	53.77	0.130
19	Jl.Untung Suropati 2 Kiri	0.236	0.784	87	0.001	53.77	0.028
20	Jl. Ade Irma Suryani 1 Kanan	3.435	0.496	426	0.002	53.77	0.881
21	Jl.Ade Irma Suryani 1 Kiri	7.166	0.482	425	0.002	53.77	0.516
22	Jl. Ade Irma Suryani 2 Kanan	0.787	0.585	142	0.002	53.77	0.091
23	Jl.Ade Irma Suryani 2 Kiri	1.010	0.555	142	0.002	53.77	0.084
24	Jl.Rajekwesi	17.003	0.450	829	0.005	53.77	1.144
25	Jl.Diponegoro 1	0.228	0.643	72	0.002	53.77	0.022
26	Jl.Diponegoro 2	0.574	0.634	167	0.002	53.77	0.054
27	Jl.Diponegoro 3	1.538	0.634	270	0.002	53.77	0.146
28	Gg.Sidodadi Kanan	8.510	0.562	462	0.001	53.77	0.714
29	Gg.Sidodadi Kiri	6.525	0.595	462	0.001	53.77	0.580
30	Jl.Panglima Sudirman 1	2.002	0.571	46	0.004	53.77	0.171
31	Jl.Panglima Sudirman 2	3.511	0.595	48	0.004	53.77	0.312
32	Jl.SetyaBudi Kanan	1.395	0.612	267	0.005	53.77	0.128
33	Jl.SetyaBudi Kiri	3.046	0.640	267	0.005	53.77	0.291
34	Gang Irigasi 1	1.566	0.636	173	0.004	53.77	0.461
35	Gang Irgasi 2	4.299	0.442	173	0.004	53.77	0.284
36	Jl.Kyai Sulaiman	1.723	0.499	144	0.004	53.77	0.207

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Tabel 4.26

Perhitungan Debit Air Hujan Metode Rasional Kala Ulang 5 Tahun

No	Nama Saluran	A(Ha)	Koefisien Pengaliran	Panjang Saluran (m)	Slope	I (mm/jam)	Q Sal (m <sup>3</sup> /dt)
1	Jl. Patimura Kanan	7.335	0.540	1027	0.002	67.80	0.747
2	Jl Patimura Kiri	12.326	0.575	1014	0.002	67.80	1.335
3	Gang Depo Kanan	4.180	0.579	24	0.003	67.80	0.456
4	Gang Depo Kiri	3.926	0.611	24	0.003	67.80	0.452
5	Gang Sidorukun Kanan	1.368	0.573	20	0.001	67.80	0.148
6	Gang Sidorukun Kiri	0.772	0.633	20	0.001	67.80	0.092
7	Jl. Panglima Polim Kanan	3.144	0.621	346	0.003	67.80	2.263
8	Jl. Panglima Polim Kiri	1.299	0.643	346	0.003	67.80	3.125
9	Jl. Dr Sutomo 1 Kanan	1.317	0.558	147	0.003	67.80	2.880



Lanjutan Tabel 4.26

Perhitungan Debit Air Hujan Metode Rasional Kala Ulang 5 Tahun

No	Nama Saluran	A(Ha)	Koefisien Pengaliran	Panjang Saluran (m)	Slope	I (mm/jam)	Q Sal (m <sup>3</sup> /dt)
10	Jl.Dr Sutomo 1 Kiri	0.680	0.597	147	0.003	67.80	1.838
11	Jl.Dr Sutomo 2 Kanan	2.199	0.571	259	0.003	67.80	0.452
12	Jl.Dr.Sutomo 2 Kiri	2.168	0.529	259	0.003	67.80	0.216
13	Jl.Dr.Sutomo 3 Kanan	0.447	0.708	49	0.003	67.80	2.521
14	Jl.Dr.Sutomo 3 Kiri	0.343	0.767	49	0.003	67.80	6.233
15	Jl. Untung Suropati 1 Kanan	6.950	0.647	175	0.001	67.80	2.289
16	Jl.Untung Suropati 1 Kiri	6.732	0.606	160	0.001	67.80	0.769
17	Jl.Untung Suropati 1'	0.831	0.629	15	0.001	67.80	0.098
18	Jl. Untung Suropati 2 Kanan	1.565	0.556	87	0.001	67.80	0.164
19	Jl.Untung Suropati 2 Kiri	0.236	0.784	87	0.001	67.80	0.035
20	Jl. Ade Irma Suryani 1 Kanan	3.435	0.496	426	0.002	67.80	1.110
21	Jl.Ade Irma Suryani 1 Kiri	7.166	0.482	425	0.002	67.80	0.651
22	Jl. Ade Irma Suryani 2 Kanan	0.787	0.585	142	0.002	67.80	0.114
23	Jl.Ade Irma Suryani 2 Kiri	1.010	0.555	142	0.002	67.80	0.106
24	Jl.Rajekwesi	17.003	0.450	829	0.005	67.80	1.442
25	Jl.Diponegoro 1	0.228	0.643	72	0.002	67.80	0.028
26	Jl.Diponegoro 2	0.574	0.634	167	0.002	67.80	0.069
27	Jl.Diponegoro 3	1.538	0.634	270	0.002	67.80	0.184
28	Gg.Sidodadi Kanan	8.510	0.562	462.2	0.001	67.80	0.901
29	Gg.Sidodadi Kiri	6.525	0.595	462	0.001	67.80	0.732
30	Jl.Panglima Sudirman 1	2.002	0.571	462	0.004	67.80	0.215
31	Jl.Panglima Sudirman 2	3.511	0.595	46	0.004	67.80	0.394
32	Jl.SetyaBudi Kanan	1.395	0.612	267.07	0.005	67.80	0.161
33	Jl.SetyaBudi Kiri	3.046	0.640	267	0.005	67.80	0.367
34	Gang Irigasi 1	1.566	0.636	267	0.004	67.80	0.581
35	Gang Irgasi 2	4.299	0.442	173	0.004	67.80	0.359
36	Jl.Kyai Sulaiman	1.723	0.499	173	0.004	67.80	0.261

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Tabel 4.27

Perhitungan Debit Air Hujan Metode Rasional Kala Ulang 10 Tahun

No	Nama Saluran	A(Ha)	Koefisien Pengaliran	Panjang Saluran (m)	Slope	I (mm/jam)	Q Sal (m <sup>3</sup> /dt)
1	Jl. Patimura Kanan	7.335	0.540	1027	0.002	75.62	0.833
2	Jl Patimura Kiri	12.326	0.575	1014	0.002	75.62	1.489
3	Gang Depo Kanan	4.180	0.579	24	0.003	75.62	0.508

Tabel 4.27

Perhitungan Debit Air Hujan Metode Rasional Kala Ulang 10 Tahun

No	Nama Saluran	A(Ha)	Koefisien Pengaliran	Panjang Saluran (m)	Slope	I (mm/jam)	Q Sal (m <sup>3</sup> /dt)
4	Gang Depo Kiri	3.926	0.611	24	0.003	75.62	0.504
5	Gang Sidorukun Kanan	1.368	0.573	20	0.001	75.62	0.165
6	Gang Sidorukun Kiri	0.772	0.633	20	0.001	75.62	0.103
7	Jl. Panglima Polim Kanan	3.144	0.621	346	0.003	75.62	2.524
8	Jl. Panglima Polim Kiri	1.299	0.643	346	0.003	75.62	3.486
9	Jl. Dr Sutomo 1 Kanan	1.317	0.558	147	0.003	75.62	3.212
10	Jl.Dr Sutomo 1 Kiri	0.680	0.597	147	0.003	75.62	9.002
11	Jl.Dr Sutomo 2 Kanan	2.199	0.571	259	0.003	75.62	0.504
12	Jl.Dr.Sutomo 2 Kiri	2.168	0.529	259	0.003	75.62	0.241
13	Jl.Dr.Sutomo 3 Kanan	0.447	0.708	49	0.003	75.62	2.812
14	Jl.Dr.Sutomo 3 Kiri	0.343	0.767	49	0.003	75.62	6.952
15	Jl. Untung Suropati 1 Kanan	6.950	0.647	175	0.001	75.62	2.553
16	Jl.Untung Suropati 1 Kiri	6.732	0.606	160	0.001	75.62	0.858
17	Jl.Untung Suropati 1'	0.831	0.629	15	0.001	75.62	0.110
18	Jl. Untung Suropati 2 Kanan	1.565	0.556	87	0.001	75.62	0.183
19	Jl.Untung Suropati 2 Kiri	0.236	0.784	87	0.001	75.62	0.039
20	Jl. Ade Irma Suryani 1 Kanan	3.435	0.496	426	0.002	75.62	1.238
21	Jl.Ade Irma Suryani 1 Kiri	7.166	0.482	425	0.002	75.62	0.726
22	Jl. Ade Irma Suryani 2 Kanan	0.787	0.585	142	0.002	75.62	0.128
23	Jl.Ade Irma Suryani 2 Kiri	1.010	0.555	142	0.002	75.62	0.118
24	Jl.Rajekwesi	17.003	0.450	829	0.005	75.62	1.609
25	Jl.Diponegoro 1	0.228	0.643	72	0.002	75.62	0.031
26	Jl.Diponegoro 2	0.574	0.634	270	0.002	75.62	0.076
27	Jl.Diponegoro 3	1.538	0.634	462	0.002	75.62	0.205
28	Gg.Sidodadi Kanan	8.510	0.562	462.2	0.001	75.62	1.005
29	Gg.Sidodadi Kiri	6.525	0.562	462	0.001	75.62	1.005
30	Jl.Panglima Sudirman 1	2.002	0.595	46	0.004	75.62	0.816
31	Jl.Panglima Sudirman 2	3.511	0.595	47.68	0.004	75.62	0.439
32	Jl.SetyaBudi Kanan	1.395	0.595	48	0.004	75.62	0.240
33	Jl.SetyaBudi Kiri	3.046	0.612	267	0.005	75.62	0.439
34	Gang Irgasi 1	1.566	0.640	267	0.005	75.62	0.180
35	Gang Irgasi 2	4.299	0.636	173	0.004	75.62	0.410
36	Jl.Kyai Sulaiman	1.723	0.442	173	0.004	75.62	0.648

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Dari hasil perhitungan yang telah ditampilkan pada tabel di atas ada beberapa saluran yang mendapatkan debit dari saluran lainnya karena letaknya di hilir saluran. Selanjutnya, beberapa saluran yang mendapatkan tambahan debit dari saluran lain :

1. Saluran yang terletak di Jalan Panglima Polim Kanan

Berikut keterangan akumulasi perhitungan :

= Saluran Jalan Patimura Kanan + Saluran Gg.Depo Kanan+Saluran Gg.Depo Kiri  
Saluran Gg.Sidorukun Kanan+ Saluran Gg.Sidorukun Kiri+Saluran Panglima Polim  
Kanan

2. Saluran yang terletak di Jalan Panglima Polim Kiri

Berikut keterangan akumulasi perhitungan :

= Saluran Jalan Patimura Kiri +Saluran Gg.Sidodadi Kanan+ Saluran Gg Sidodadi Kiri  
+ Saluran Panglima Polim Kiri

3. Saluran yang terletak di Jalan Dr. Sutomo 1 Kanan

Berikut keterangan akumulasi perhitungan :

= Debit gabungan saluran Ade Irma Suryani 2 Kanan+Debit gabungan Ade Irma Suryani  
2 Kiri+Debit saluran Dr.Sutomo 1 Kanan

4. Saluran yang terletak di Jalan Dr. Sutomo 1 Kiri

Berikut keterangan akumulasi perhitungan :

= Debit gabungan saluran Ade Irma Suryani 1 Kiri + Debit gabungan saluran Ade Irma  
Suryani 1 Kanan +Debit saluran Dr.Sutomo 1 Kiri

5. Saluran yang terletak di Jalan Dr.Sutomo 2 Kanan

= Debit saluran Panglima Sudirman 1 + Debit saluran Dr.Sutomo 2 Kanan

6. Saluran yang terletak di Jalan Dr.Sutomo 3 Kanan

= Debit gabungan saluran Panglima Polim Kanan + Debit saluran Untung Suropati 2  
Kanan + Debit gabungan Untung Suropati 2 Kiri + Debit saluran Dr.Sutomo 3 Kanan

7. Saluran yang terletak di Jalan Dr.Sutomo 3 Kiri

= Debit gabungan saluran Panglima Polim Kiri + Debit gabungan saluran Untung  
Suropati 1 Kanan + Debit gabungan saluran Untung Suropati 1 Kiri + Debit saluran  
Dr.Sutomo 3 Kiri

8. Saluran yang terletak di Jalan Untung Suropati 1 Kanan

= Debit saluran Rajekwesi + Debit saluran Untung Suropati 1 Kanan

9. Saluran yang terletak di Jalan Ade Irma Suryani 1 Kanan

= Debit saluran Untung Suropati 1' + Debit saluran Setyabudi Kanan + Debit saluran  
Setyabudi Kiri + Debit gabungan saluran Kyai Sulaiman + Debit saluran Ade Irma  
Suryani 1 Kanan

10. Saluran yang terletak di Jalan Ade Irma Suryani 2 Kanan

= Debit saluran Diponegoro 1 + Debit saluran Ade Irma Suryani 2 Kanan

11. Saluran yang terletak di Gg.Irigasi 1

= Debit saluran Panglima Sudirman 2 + Debit saluran Gg.Irigasi 1

12. Saluran yang terletak di Jalan Kyai Sulaiman

= Debit saluran Untung Suropati 1' + Debit saluran Kyai Sulaiman

#### 4.3.7. Perhitungan Debit Air Kotor

Perhitungan debit air kotor merupakan air buangan penduduk yang dapat dihitung dengan adanya data jumlah penduduk yang disediakan oleh Badan Pusat Statistik dan mengestimasi jumlah air buangan yang dihasilkan oleh tiap penduduk per hari nya. Contoh penyelesaian perhitungan debit air kotor di saluran drainase Jalan Patimura kanan dapat dilihat dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah penduduk} &= 7432 \text{ jiwa} \\
 \text{Jumlah kebutuhan air penduduk} &= 150 \text{ liter/hari/jiwa} \\
 \text{Jumlah air buangan penduduk (q)} &= 75\% \times 150 \text{ liter/hari/jiwa} \\
 &= 120 \text{ liter/orang/jiwa} \\
 &= 0,0013 \text{ liter/detik/jiwa} \\
 \text{Luas daerah pemukiman total (A)} &= 79.5 \text{ Ha} = 0.795 \text{ km}^2 \\
 \text{Debit air kotor rata-rata} &= \frac{P_n \times q}{A} \\
 &= \frac{7432 \times 0,0013}{0,795} \\
 &= 12.172 \text{ liter/dt/org} \\
 &= 0.012 \text{ m}^3/\text{det/ha}
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan debit air kotor di saluran Jalan Patimura Kanan :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas pemukiman} &= 3,005 \text{ Ha} = 0,3005 \text{ km}^2 \\
 \text{Debit Air Kotor} &= Q_{ak} \text{ rerata} \times \text{Luas daerah pemukiman} \\
 &= 0.012 \times 0,3005 \\
 &= 0,0003606 \text{ m}^3/\text{dtk} \\
 &= 0,0004 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.28

Perhitungan Debit Air Kotor

No	Nama Saluran	Luas Pemukiman km <sup>2</sup>	Kebutuhan Air liter/hari/jiwa	Air Buangan liter/hari/jiwa	Q		Q Air Kotor m <sup>3</sup> /dt
					lt/dt/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /dt/km <sup>2</sup>	
1	Jl. Patimura Kanan	0.030	150	0.0013	12.172	0.012	0.0004
2	Jl Patimura Kiri	0.086	150	0.0013	12.172	0.012	0.001

Lanjutan Tabel 4.28  
Perhitungan Debit Air Kotor

No	Nama Saluran	Luas Pemukiman km <sup>2</sup>	Kebutuhan Air liter/hari/jiwa	Air Buangan liter/hari/jiwa	Q	Q Air Kotor m <sup>3</sup> /dt	
3	Gang Depo Kanan	0.035	150	0.0013	12.172	0.012	0.000
4	Gang Depo Kiri	0.038	150	0.0013	12.172	0.012	0.0005
5	Gang Sidorukun Kanan	0.010	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001
6	Gang Sidorukun Kiri	0.007	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001
7	Jl. Panglima Polim Kanan	0.028	150	0.0013	12.172	0.012	0.000
8	Jl. Panglima Polim Kiri	0.009	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001
9	Jl. Dr Sutomo 1 Kanan	0.009	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001
10	Jl.Dr Sutomo 1 Kiri	0.005	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001
11	Jl.Dr Sutomo 2 Kanan	0.016	150	0.0013	12.172	0.012	0.0002
12	Jl.Dr.Sutomo 2 Kiri	0.013	150	0.0013	12.172	0.012	0.0002
13	Jl.Dr.Sutomo 3 Kanan	0.002	151	0.0013	12.172	0.012	0.00002
14	Jl.Dr.Sutomo 3 Kiri	0.002	150	0.0013	12.172	0.012	0.00002
15	Jl. Untung Suropati 1 Kanan	0.059	150	0.0013	12.172	0.012	0.001
16	Jl.Untung Suropati 1 Kiri	0.043	150	0.0013	12.172	0.012	0.001
17	Jl.Untung Suropati 1'	0.008	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001
18	Jl. Untung Suropati 2 Kanan	0.009	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001
19	Jl.Untung Suropati 2 Kiri	0.001	150	0.0013	12.172	0.012	0.0000
20	Jl. Ade Irma Suryani 1 Kanan	0.017	150	0.0013	12.172	0.012	0.0002
21	Jl.Ade Irma Suryani 1 Kiri	0.035	150	0.0013	12.172	0.012	0.000
22	Jl. Ade Irma Suryani 2 Kanan	0.004	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001
23	Jl.Ade Irma Suryani 2 Kiri	0.005	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001
24	Jl.Rajekwesi	0.076	150	0.0013	12.172	0.012	0.001
25	Jl.Diponegoro 1	0.001	150	0.0013	12.172	0.012	0.00001
26	Jl.Diponegoro 2	0.004	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001
27	Jl.Diponegoro 3	0.013	150	0.0013	12.172	0.012	0.0002
28	Gg.Sidodadi Kanan	0.070	150	0.0013	12.172	0.012	0.001
29	Gg.Sidodadi Kiri	0.061	150	0.0013	12.172	0.012	0.001
30	Jl.Panglima Sudirman 1	0.015	150	0.0013	12.172	0.012	0.0002
31	Jl.Panglima Sudirman 2	0.029	150	0.0013	12.172	0.012	0.0004
32	Jl.SetyaBudi Kanan	0.012	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001
33	Jl.SetyaBudi Kiri	0.009	150	0.0013	12.172	0.012	0.00011
34	Gang Irigasi 1	0.013	150	0.0013	12.172	0.012	0.0002
35	Gang Irgasi 2	0.015	150	0.0013	12.172	0.012	0.0002
36	Jl.Kyai Sulaiman	0.005	150	0.0013	12.172	0.012	0.0001

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

#### 4.3.8. Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase

Perhitungan kapasitas saluran drainase berguna untuk mengetahui apakah saluran dapat menampung debit yang ada . Jika debit melebihi saluran maka dikatakan melimpas. Limpasan ini terjadi dikarenakan adanya selisih antara debit banjir rancangan dan kapasitas

saluran yang ada . Apabila Debit Rancangan ( $Q_{\text{rancangan}}$ ) < Debit saluran ( $Q_{\text{saluran}}$ ) dapat dikatakan bahwa saluran drainase aman dan tidak akan terjadi limpasan, sedangkan apabila Debit Rancangan ( $Q_{\text{rancangan}}$ ) > Debit Saluran ( $Q_{\text{saluran}}$ ) dapat dikatakan saluran tidak aman atau akan terjadi limpasan yang disebabkan saluran tidak bisa menampung debit yang ada. Selanjutnya, perhitungan kapasitas saluran drainase di Jalan Patimura Kanan, dengan Kala Ulang 2 tahun.

$$\begin{aligned}
 \text{Debit air hujan} &= 0,592 \text{ m}^3/\text{dtk} \\
 \text{Debit air kotor} &= 0,0004 \text{ m}^3/\text{dtk} \\
 \text{Debit rancangan} &= \text{Debit air kotor} + \text{Debit air hujan} \\
 &= 0,0004 \text{ m}^3/\text{dtk} + 0,592 \text{ m}^3/\text{dtk} \\
 &= 0,593 \text{ m}^3/\text{dtk} \\
 \text{Debit saluran eksisting}(Q_{\text{saluran}}) &= 0,382 \text{ m}^3/\text{dtk} \text{ (didapat dari perhitungan} \\
 &\quad \text{Kapasitas saluran drainase)} \\
 \text{Debit limpasan} &= Q_{\text{Rancangan}} - Q_{\text{Eksisting}} \\
 &= 0,593 \text{ m}^3/\text{dtk} - 0,382 \text{ m}^3/\text{dtk} \\
 &= 0,210 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Perhitungan evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting dapat dilihat pada tabel 4.29. sampai 4.31.

Tabel 4.29  
Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kala Ulang 2 Tahun

No	Nama Saluran	Q Air Kotor (m <sup>3</sup> /dt)	Q Air Hujan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Rancangan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Eksisting (m <sup>3</sup> /dt)	Keterangan	Q Limpasan (m <sup>3</sup> /dt)
1	Jl. Patimura Kanan	0.0004	0.592	0.593	0.382	Melimpas	0.210
2	Jl Patimura Kiri	0.0010	1.059	1.060	0.382	Melimpas	0.678
3	Gang Depo Kanan	0.0004	0.361	0.362	0.139	Melimpas	0.223
4	Gang Depo Kiri	0.0005	0.359	0.359	0.139	Melimpas	0.220
5	Gang Sidorukun Kanan	0.0001	0.117	0.117	0.067	Melimpas	0.050
6	Gang Sidorukun Kiri	0.0001	0.073	0.073	0.067	Melimpas	0.006
7	Jl. Panglima Polim Kanan	0.0003	0.292	0.292	0.950	Aman	-0.658
8	Jl. Panglima Polim Kiri	0.0001	0.125	0.125	0.950	Aman	-0.825
9	Jl. Dr Sutomo 1 Kanan	0.0001	0.110	0.110	2.362	Aman	-2.252
10	Jl.Dr Sutomo 1 Kiri	0.0001	0.061	0.061	2.362	Aman	-2.301
11	Jl.Dr Sutomo 2 Kanan	0.0002	0.188	0.188	2.362	Aman	-2.174
12	Jl.Dr.Sutomo 2 Kiri	0.0002	0.171	0.172	2.362	Aman	-2.190
13	Jl.Dr.Sutomo 3 Kanan	0.0000	0.047	0.047	2.362	Aman	-2.314
14	Jl.Dr.Sutomo 3 Kiri	0.0007	0.039	0.040	2.362	Aman	-2.322
15	Jl. Untung Suropati 1 Kanan	0.0005	0.672	0.672	0.256	Melimpas	0.416
16	Jl.Untung Suropati 1 Kiri	0.0001	0.610	0.610	0.256	Melimpas	0.354



Lanjutan Tabel 4.29

Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kala Ulang 2 Tahun

No	Nama Saluran	Q Air Kotor (m <sup>3</sup> /dt)	Q Air Hujan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Rancangan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Eksisting (m <sup>3</sup> /dt)	Keterangan	Q Limpasan (m <sup>3</sup> /dt)
17	Jl.Untung Suropati 1'	0.0001	0.078	0.078	0.256	Aman	-0.178
18	Jl. Untung Suropati 2 Kanan	0.0000	0.130	0.130	0.256	Aman	-0.126
19	Jl.Untung Suropati 2 Kiri	0.0002	0.028	0.028	0.256	Aman	-0.229
20	Jl. Ade Irma Suryani 1 Kanan	0.0004	0.255	0.255	0.131	Melimpas	0.124
21	Jl.Ade Irma Suryani 1 Kiri	0.0001	0.516	0.516	0.131	Melimpas	0.385
22	Jl. Ade Irma Suryani 2 Kanan	0.0001	0.069	0.069	0.131381	Aman	-0.062
23	Jl.Ade Irma Suryani 2 Kiri	0.0009	0.084	0.085	0.131381	Aman	-0.047
24	Jl.Rajekwesi	0.0000	1.144	1.144	0.605	Melimpas	0.539
25	Jl.Diponegoro 1	0.0001	0.022	0.022	0.594	Aman	-0.572
26	Jl.Diponegoro 2	0.0002	0.054	0.054	0.594	Aman	-0.539
27	Jl.Diponegoro 3	0.0009	0.146	0.147	0.594	Aman	-0.447
28	Gg.Sidodadi Kanan	0.0007	0.714	0.715	0.130	Melimpas	0.586
29	Gg.Sidodadi Kiri	0.0002	0.580	0.581	0.130	Melimpas	0.451
30	Jl.Panglima Sudirman 1	0.0004	0.171	0.171	0.541	Aman	-0.370
31	Jl.Panglima Sudirman 2	0.0001	0.312	0.312	0.541	Aman	-0.228
32	Jl.SetyaBudi Kanan	0.0001	0.128	0.128	0.026	Melimpas	0.102
33	Jl.SetyaBudi Kiri	0.0002	0.291	0.292	0.026	Melimpas	0.266
34	Gang Irgasi 1	0.0002	0.149	0.149	0.383	Aman	-0.234
35	Gang Irgasi 2	0.0001	0.284	0.284	0.383	Aman	-0.099
36	Jl.Kyai Sulaiman	0.0000	0.129	0.129	0.383	Aman	-0.254

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.30

Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kala Ulang 5 Tahun

No	Nama Saluran	Q Air Kotor (m <sup>3</sup> /dt)	Q Air Hujan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Rancangan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Eksisting (m <sup>3</sup> /dt)	Keterangan	Q Limpasan (m <sup>3</sup> /dt)
1	Jl. Patimura Kanan	0.0004	0.747	0.747	0.382	Melimpas	0.365
2	Jl Patimura Kiri	0.0010	1.335	1.336	0.382	Melimpas	0.954
3	Gang Depo Kanan	0.0004	0.456	0.456	0.139	Melimpas	0.317
4	Gang Depo Kiri	0.0005	0.452	0.453	0.139	Melimpas	0.313
5	Gang Sidorukun Kanan	0.0001	0.148	0.148	0.067	Melimpas	0.081
6	Gang Sidorukun Kiri	0.0001	0.092	0.092	0.0669	Melimpas	0.025
7	Jl. Panglima Polim Kanan	0.0003	0.368	0.368	0.950	Aman	-0.582
8	Jl. Panglima Polim Kiri	0.0001	0.157	0.158	0.950	Aman	-0.793
9	Jl. Dr Sutomo 1 Kanan	0.0001	0.139	0.139	2.362	Aman	-2.223
10	Jl.Dr Sutomo 1 Kiri	0.0001	0.077	0.077	2.362	Aman	-2.285
11	Jl.Dr Sutomo 2 Kanan	0.0002	0.236	0.237	2.362	Aman	-2.125
12	Jl.Dr.Sutomo 2 Kiri	0.0002	0.216	0.216	2.362	Aman	-2.145

Lanjutan Tabel 4.30

Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kala Ulang 5 Tahun

No	Nama Saluran	Q Air Kotor (m <sup>3</sup> /dt)	Q Air Hujan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Rancangan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Eksisting (m <sup>3</sup> /dt)	Keterangan	Q Limpasan (m <sup>3</sup> /dt)
13	Jl.Dr.Sutomo 3 Kanan	0.0000	0.050	0.050	2.362	Aman	-2.312
14	Jl.Dr.Sutomo 3 Kiri	0.0007	0.847	0.848	2.362	Aman	-1.514
15	Jl. Untung Suropati 1 Kanan	0.0005	0.769	0.770	0.256	Melimpas	0.513
16	Jl.Untung Suropati 1 Kiri	0.0001	0.098	0.099	0.256	Aman	-0.158
17	Jl.Untung Suropati 1'	0.0001	0.164	0.164	0.256	Aman	-0.092
18	Jl. Untung Suropati 2 Kanan	0.0000	0.035	0.035	0.256	Aman	-0.222
19	Jl.Untung Suropati 2 Kiri	0.0002	0.321	0.321	0.256	Melimpas	0.065
20	Jl. Ade Irma Suryani 1 Kanan	0.0004	0.651	0.652	0.131	Melimpas	0.520
21	Jl.Ade Irma Suryani 1 Kiri	0.0001	0.087	0.087	0.131	Aman	-0.044
22	Jl. Ade Irma Suryani 2 Kanan	0.0001	0.106	0.106	0.131	Aman	-0.026
23	Jl.Ade Irma Suryani 2 Kiri	0.0009	1.442	1.443	0.131	Melimpas	1.312
24	Jl.Rajakwesi	0.00001	0.028	0.028	0.605	Aman	-0.577
25	Jl.Diponegoro 1	0.0001	0.069	0.069	0.594	Aman	-0.525
26	Jl.Diponegoro 2	0.0002	0.184	0.184	0.594	Aman	-0.410
27	Jl.Diponegoro 3	0.0009	0.901	0.902	0.594	Melimpas	0.308
28	Gg.Sidodadi Kanan	0.0007	0.732	0.732	0.1296	Melimpas	0.603
29	Gg.Sidodadi Kiri	0.0002	0.215	0.216	0.1296	Melimpas	0.086
30	Jl.Panglima Sudirman 1	0.0004	0.394	0.394	0.5407	Aman	-0.14682
31	Jl.Panglima Sudirman 2	0.0001	0.161	0.161	0.5407	Aman	-0.380
32	Jl.SetyaBudi Kanan	0.0001	1.489	1.489	0.0256	Melimpas	32
33	Jl.SetyaBudi Kiri	0.0002	0.508	0.508	0.0256	Melimpas	0.483
34	Gang Irigasi 1	0.0002	0.504	0.505	0.3831	Melimpas	0.122
35	Gang Irgasi 2	0.0001	0.165	0.165	0.3831	Aman	-0.218
36	Jl.Kyai Sulaiman	0.0000	0.103	0.103	0.3831	Aman	-0.280

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.31

Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kala Ulang 10 Tahun

No	Nama Saluran	Q Air Kotor (m <sup>3</sup> /dt)	Q Air Hujan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Rancangan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Eksisting (m <sup>3</sup> /dt)	Keterangan	Q Limpasan (m <sup>3</sup> /dt)
1	Jl. Patimura Kanan	0.0004	0.833	0.8336	0.382	Melimpas	0.4512
2	Jl Patimura Kiri	0.0010	1.489	1.4903	0.382	Melimpas	1.1079
3	Gang Depo Kanan	0.0004	0.508	0.5087	0.139	Melimpas	0.3694
4	Gang Depo Kiri	0.0005	0.504	0.5049	0.139	Melimpas	0.3656
5	Gang Sidorukun Kanan	0.0001	0.165	0.1650	0.067	Melimpas	0.0980
6	Gang Sidorukun Kiri	0.0001	0.103	0.1028	0.067	Melimpas	0.0358
7	Jl. Panglima Polim Kanan	0.0003	0.410	0.4105	0.950	Melimpas	-0.5399

Lanjutan Tabel 4.31

## Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Kala Ulang 10 Tahun

No	Nama Saluran	Q Air Kotor (m <sup>3</sup> /dt)	Q Air Hujan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Rancangan (m <sup>3</sup> /dt)	Q Eksisting (m <sup>3</sup> /dt)	Keterangan	Q Limpasan (m <sup>3</sup> /dt)
8	Jl. Panglima Polim Kiri	0.0001	0.176	0.1758	0.950	Aman	-0.7747
9	Jl. Dr Sutomo 1 Kanan	0.0001	0.154	0.1546	2.362	Aman	-2.2072
10	Jl.Dr Sutomo 1 Kiri	0.0001	0.085	0.0855	2.362	Aman	-2.2763
11	Jl.Dr Sutomo 2 Kanan	0.0002	0.264	0.2639	2.362	Aman	-2.0979
12	Jl.Dr.Sutomo 2 Kiri	0.0002	0.241	0.2413	2.362	Aman	-2.1205
13	Jl.Dr.Sutomo 3 Kanan	0.0000	0.067	0.0665	2.362	Aman	-2.2953
14	Jl.Dr.Sutomo 3 Kiri	0.0007	0.055	0.0561	2.362	Aman	-2.3057
15	Jl. Untung Suropati 1 Kanan	0.0005	0.945	0.9451	0.256	Aman	0.6886
16	Jl.Untung Suropati 1 Kiri	0.0001	0.858	0.8580	0.256	Melimpas	0.6015
17	Jl.Untung Suropati 1'	0.0001	0.110	0.1099	0.256	Melimpas	-0.1466
18	Jl. Untung Suropati 2 Kanan	0.0000	0.183	0.1829	0.256	Aman	-0.0736
19	Jl.Untung Suropati 2 Kiri	0.0002	0.039	0.0391	0.256	Aman	-0.2174
20	Jl. Ade Irma Suryani 1 Kanan	0.0004	0.358	0.3587	0.131	Melimpas	0.2273
21	Jl.Ade Irma Suryani 1 Kiri	0.0001	0.726	0.7263	0.131	Melimpas	0.5950
22	Jl. Ade Irma Suryani 2 Kanan	0.0001	0.097	0.0969	0.131	Aman	-0.0345
23	Jl.Ade Irma Suryani 2 Kiri	0.0009	0.118	0.1187	0.131	Aman	-0.0127
24	Jl.Rajekwesi	0.0000	1.609	1.6087	0.605	Melimpas	1.0041
25	Jl.Diponegoro 1	0.0001	0.031	0.0308	0.594	Aman	-0.5629
26	Jl.Diponegoro 2	0.0002	0.076	0.0766	0.594	Aman	-0.5172
27	Jl.Diponegoro 3	0.0009	0.205	0.2057	0.594	Aman	-0.3881
28	Gg.Sidodadi Kanan	0.0007	1.005	1.0054	0.130	Melimpas	0.8758
29	Gg.Sidodadi Kiri	0.0002	0.816	0.8163	0.130	Melimpas	0.6867
30	Jl.Panglima Sudirman 1	0.0004	0.240	0.2405	0.541	Aman	-0.3002
31	Jl.Panglima Sudirman 2	0.0001	0.439	0.4391	0.541	Aman	-0.1016
32	Jl.SetyaBudi Kanan	0.0001	0.180	0.1797	0.026	Melimpas	0.1541
33	Jl.SetyaBudi Kiri	0.0002	0.410	0.4100	0.026	Melimpas	0.3844
34	Gang Irgasi 1	0.0002	0.209	0.2095	0.383	Aman	-0.1736
35	Gang Irgasi 2	0.0001	0.400	0.3999	0.383	Melimpas	0.0169
36	Jl.Kyai Sulaiman	0.0000	0.181	0.1809	0.383	Aman	-0.2022

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

#### 4.4. Penetapan Bentuk Kegiatan Operasi dan Pemeliharaan Saluran Drainase Terhadap Permasalahan Sistem Drainase Eksisting

Komponen sarana dan prasarana sistem drainase yang ada pada Kelurahan Sumbang, Kecamatan Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro terdiri dari saluran terbuka dan saluran tertutup. Dari hasil inventarisasi (identifikasi kondisi eksisting dan penilaian kinerja sistem

drainase eksisting) dan evaluasi kapasitas tampungan yang telah dilaksanakan, maka berpedoman pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 dan Ditjen Cipta Karya (2013) tentang operasi dan pemeliharaan sistem drainase perkotaan, bentuk kegiatan operasi dan pemeliharaan saluran drainase terhadap permasalahan sistem drainase eksisting dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel 4.32. Bentuk Kegiatan Operasi dan Pemeliharaan Saluran Drainase Terhadap Permasalahan Sistem Drainase Eksisting

No.	Jenis Komponen	Sub-Komponen	Durasi	Ketentuan Operasional
1	Saluran Terbuka	A. Inspeksi Rutin	Rutin 1 kali/bulan	Hanya bisa dilaksanakan dengan tenaga manusia
		B. Pengerukan sedimen saluran sekunder	Berkala 1-2 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan dengan tenaga manusia
2	Saluran Tertutup	A. Inspeksi Rutin	Rutin 1 kali/bulan	Hanya bisa dilaksanakan dengan tenaga manusia
2	Saluran Tertutup	B. Pengerukan sedimen saluran sekunder	Berkala 1 kali/tahun	Hanya bisa dilaksanakan dengan tenaga manusia

Sumber: Hasil Analisa, 2019

Berdasarkan analisa permasalahan yang ada serta mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 dan Ditjen Cipta Karya (2013) mengenai operasi dan pemeliharaan sistem drainase perkotaan, maka alternatif penanganan yang akan dilakukan dibagi menjadi dua komponen, yaitu saluran terbuka dan saluran tertutup. Setiap komponen mempunyai sub-komponen yang sama, hanya saja mempunyai durasi atau frekuensi yang berbeda tiap tahunnya. Inspeksi rutin akan dilakukan sama-sama satu kali setiap bulannya pada dua komponen tersebut. Untuk pengerukan sedimen pada saluran terbuka akan dilakukan lebih sering (2-3 kali/tahun), sedangkan pada saluran tertutup hanya 1-2 kali/tahun. Hal ini dikarenakan akses yang dibutuhkan untuk pengerjaan pengerukan jauh lebih mudah pada saluran terbuka daripada saluran tertutup.

#### 4.5. Perhitungan Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan Sistem Drainase

Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan (AKNOP) adalah perencanaan pembiayaan pengelolaan sistem drainase berdasarkan kebutuhan tiap komponen sistem drainase yang ada untuk mempertahankan kondisi dan fungsinya. AKNOP ini nantinya akan diuraikan menjadi beberapa bentuk pekerjaan sesuai dengan komponen yang telah

ditentukan. Analisa harga satuan pekerjaan untuk tiap uraian pekerjaan AKNOP dan harga satuan dasar yang digunakan pada lampiran.

#### 4.5.1. Inspeksi Rutin Saluran Drainase

Berikut perhitungan Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan (AKNOP) secara rutin untuk saluran drainase sekunder tipe tertutup dan gorong-gorong.

Nama Kegiatan	: Inspeksi Rutin Saluran Drainase Tipe Tertutup
Upah Inspeksi	: jumlah orang x harga satuan
	: 2 org                    x Rp 100.000
	: Rp 200.000
Transportasi	: volume x harga satuan
	: 3                    x Rp 7.800
	: Rp 23.400
Dokumentasi dan Pelaporan	: volume x harga satuan
	: 1                    x Rp 347.000
	: Rp 347.000
Pengangkatan dan penutupan plat beton	: volume x harga satuan
	: 297                    x Rp 1.000
	: Rp 297.000
Total Biaya	: Upah Inspeksi+Transportasi + Dokumentasi dan pelaporan+Pengangkatan dan penutupan
Plat beton	: Rp 200.000+ Rp 23.400 + Rp 347.000 + Rp 297.000
	Rp 867.400

Perhitungan Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan untuk Inspeksi Rutin saluran drainase tipe tertutup dan terbuka selanjutnya pada tabel 4.33 dan 4.34.

#### A. Saluran Drainase Tipe Tertutup

Nama Kegiatan	: Inspeksi Rutin Sistem Drainase
Dimensi	: Panjang
	Lebar
	Tinggi Endapan
Waktu	: ...tiap bulan
Pelaksana Kegiatan	: Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.33.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Upah Inspeksi	2	orang/keg	100.000	200.000
2	Transportasi	3	liter	7.800	23.400
3	Dokumentasi dan pelaporan	1	1s	347.000	347.000
4	Buka & tutup Plat Beton	297	buah	1.000	297.000
Total Biaya					867.400

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**B. Saluran Drainase Tipe Terbuka**

Nama Kegiatan : Inspeksi Rutin Saluran Terbuka

Dimensi : Panjang :  
 Lebar :  
 Tinggi endapan :  
 Waktu : tiap bulan

Pelaksana Kegiatan :

Tabel 4.34.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Upah Inspeksi	2	orang/keg	100.000	200.000
2	Transportasi	3	liter	7.800	23.400
3	Dokumentasi dan pelaporan	1	1s	347000	347.000
Total Biaya					570.400

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**4.5.2. Pemeliharaan Berkala Saluran Drainase**

Di bawah ini merupakan perhitungan Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan secara rutin untuk saluran drainase .....

Komponen Sistem Drainase : Saluran Jl. Pattimura Kanan

Panjang saluran : 1026,7 m



Lebar saluran : 0,50 m  
 Tinggi endapan : 20 cm = 0,2 m  
 Volume endapan : panjang saluran x lebar saluran x tinggi endapan  
 : 1014 x 0,50 x 0,2  
 : 102.67 m<sup>3</sup>  
 Pemasangan papan nama proyek : volume x harga satuan  
 : 1 x Rp 674.825  
 : Rp 674.825

Pengadaan karung plastik (1 karung plastic/50 kg = 50 lt = 0,05 m<sup>3</sup>)  
 : (volume endapan:kapasitas per karung) x harga  
 Satuan  
 : (102.67/0. 504) x Rp 1.000  
 : Rp 203.710

Pengangkatan dan penutupan plat beton  
 : jumlah plat x harga satuan  
 : 41 x Rp 1.000  
 : Rp 41.000,00

Pengerukan sedimentasi/endapan menggunakan cangkul(untuk saluran tertutup)  
 : volume endapan x harga satuan  
 : 102.67 m<sup>3</sup> x Rp 44.196  
 : Rp 4.537.552

Pengangkutan sedimentasi/endapan dengan dump truck/10 km  
 : volume sedimentasi/endapan x harga satuan  
 : 102.67 m<sup>3</sup> x Rp 124.248  
 : Rp Rp 12.756.542

Total : Pemasangan papan nama proyek + Dokumentasi  
 Pekerjaan+pengadaan karung plastik + pengangkatan dan penutupan plat beton + Pengerukan  
 sedimen dengan cangkul+pengangkutan sedimen dengan dump truck/10  
 : Rp 674.825+Rp 347.000+ Rp 203.710+ Rp 41.000,00 +  
 Rp 4.537.552 + Rp Rp 12.756.542  
 : Rp 18.662.484

Biaya kontingensi : 10% x total  
 : 10% x Rp 18.662.484  
 : Rp 1.866.248

PPN + PPh 12%	: 12% x (total+biaya kontingensi)
	: 12% x (Rp 18.662.484+ Rp 1.866.248)
	: Rp 2.463.448
Jumlah biaya pelaksanaan	: PPN+PPh 12% +(total + biaya kontingensi)
	: Rp 2.463.448+( Rp18.662.484+Rp1.866.248)
	: Rp 22.992.181
Biaya/m <sup>3</sup>	: Jumlah biaya pelaksanaan / volume sedimentasi
	: Rp 22.992.181 / 102.67
	: Rp 223.943

#### A. Saluran Drainase Tipe Tertutup

1. Komponen Sistem Drainase	: Saluran Pattimura Kanan
Asumsi Dimensi	: Panjang : 1026,7 m
	: Lebar : 0,50 m
	: Tinggi sedimentasi : 0,20 m
	: Volume : 102.67 m <sup>3</sup>
Nama Kegiatan	: Pengerukan Sedimen Saluran Drainase Tertutup
Pelaksana Kegiatan	: Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.35.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Pattimura Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	203.710	buah	Rp 1.000	Rp 203.710
4	Pengerukan sedimen	102.67	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 4.537.552
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	203.710	buah	Rp 500	Rp 101.855
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	102.67	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 12.756.542
7	Pengangkutan & penutupan plat beton	41.00	buah	Rp 1.000	Rp 41.000
				Total	Rp 18.662.484
				Biaya kontingensi	Rp 1.866.248
				Total	20.528.733

Lanjutan Tabel 4.35.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Pattimura Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
				PPN+PPh=12%	2.463.448
				Jumlah biaya pelaksanaan	22992181
				Biaya/m <sup>3</sup>	Rp 223.943

Sumber : Hasil Perhitungan,2019

2. Komponen Sistem Drainase : Saluran Pattimura Kiri  
 Asumsi Drainase : Panjang : 1014 m  
 Lebar : 0,50 m  
 Tinggi sedimentasi : 0,26 m  
 Volume : 131.82 m<sup>3</sup>  
 Nama Kegiatan : Pengerukan Sedimen Saluran Drainase Tertutup  
 Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.36.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Pattimura Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	261.548	buah	Rp 1.000	Rp 261.548
4	Pengerukan sedimen	131.82	m3	Rp 44.196	Rp 582.5851
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	261.548	buah	Rp 500	Rp 130.774
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	131.82	m3	Rp 124.248	Rp 16.378.371
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	41.000	buah	Rp 1.000	Rp 41.000
				Total	Rp 23.659.369
				Biaya kontingensi	Rp 2.365.937
				Total	Rp 26.025.305
				PPN+PPh=12%	Rp 3.123.037
				Jumlah biaya pelaksanaan	Rp 29.148.342
				Biaya/m <sup>3</sup>	Rp 221.122

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## 3. Komponen Sistem Drainase : Saluran Panglima Polim Kanan

Asumsi Drainase : Panjang : 345,71 m  
 Lebar : 0,80 m  
 Tinggi sedimentasi : 0,18 m  
 Volume : 49.782 m<sup>3</sup>

Nama Kegiatan : Pengerukan Sedimen Saluran Drainase Tertutup

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.37.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Panglima Polim Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	98.774	buah	Rp 1.000	Rp 98.774
4	Pengerukan sedimen	49.782	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 2.200.151
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	98.774	buah	Rp 500	Rp 49.387
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	49.782	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 6.185.344
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	17	buah	Rp 1.000	Rp 17.000
Total					Rp 9.572.481
Biaya kontingensi					Rp 957.248
Total					Rp 10.529.729
PPN+PPH=12%					Rp 1.263.568
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 11.793.297
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 236.898

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

## 4. Komponen Sistem Drainase : Saluran Panglima Polim Kiri

Asumsi Drainase : Panjang : 345,71 m  
 Lebar : 0,80 m  
 Tinggi sedimentasi : 0,24 m  
 Volume : 66.376 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.38.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Panglima Polim Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000,00	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	131.699	buah	Rp 1.000	Rp 131.699
4	Pengerukan sedimen	66.376	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 2.933.535
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	131.699	buah	Rp 500	Rp 65.850
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	66.376	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 8.247.125
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	17	buah	Rp 1.000	Rp 17.000
Total					Rp 12.417.033
Biaya kontingensi					Rp 1.241.703
Total					Rp 13.658.737
PPN+PPH=12%					Rp 1.639.048
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 15.297.785
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 230.471

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

5. Komponen Sistem Drainase : Saluran Dr.Sutomo 1 Kanan
- Asumsi Drainase : Panjang :146,80 m
- Lebar : 1,34 m
- Tinggi sedimentasi : 0,30 m
- Volume : 59.022 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.39.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 1 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000,00	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	117.106	buah	Rp 1.000	Rp 117.106
4	Pengerukan sedimen	59.022	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 2.608.491
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	117.106	buah	Rp 500	Rp 58.553

Lanjutan Tabel 4.39.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 1 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	59.022	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 7.333.321
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	7	buah	Rp 1.000	Rp 7.000
Total					Rp 11.146.296
Biaya kontingensi					Rp 1.114.630
Total					Rp 12.260.926
PPN+PPH=12%					Rp 1.471.311
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 13.732.237
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 232.664

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

6. Komponen Sistem Drainase : Saluran Dr.Sutomo 1 Kiri
- Asumsi Drainase : Panjang : 146,80 m
- Lebar : 1,34 m
- Tinggi sedimentasi : 0,24 m
- Volume : 47.217 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.40.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 1 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	93.685	buah	Rp 1.000	Rp 93.685
4	Pengerukan sedimen	47.217	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 2.086.793
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	93.685	buah	Rp 500	Rp 46.843
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	47.217	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 5.866.657
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	7	buah	Rp 1.000	Rp 7.000



Tabel 4.40.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 1 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
				Total	Rp 9.122.802
				Biaya kontingensi	Rp 912.280
				Total	Rp 10.035.082
				PPN+PPH=12%	Rp 1.204.210
				Jumlah biaya pelaksanaan	Rp 11.239.292
				Biaya/m <sup>3</sup>	Rp 238.033

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

## 7. Komponen Sistem Drainase : Saluran Dr.Sutomo 2 Kanan

Asumsi Drainase : Panjang : 258,95 m  
 Lebar : 1,34 m  
 Tinggi sedimentasi : 0,20 m  
 Volume : 69.399 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.41. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 2 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	137.696	buah	Rp 1.000	Rp 137.696
4	Pengerukan sedimen	69.399	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 3.067.106
5	Pemasukan sedimen kedalam karung	133.585	buah	Rp 500	Rp 66.793
6	Pengangkutan sedimentasi dengan dump truck	67.327	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 8.365.245
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	13.000	buah	Rp 1.000	Rp 13.000
				Total	Rp 12.931.112
				Biaya kontingensi	Rp 1.293.111
				Total	Rp 14.224.223
				PPN+PPH=12%	Rp 1.706.907
				Jumlah biaya pelaksanaan	Rp 15.931.129
				Biaya/m <sup>3</sup>	Rp 229.560

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

8. Komponen Sistem Drainase : Saluran Dr.Sutomo 2 Kiri
- Asumsi Drainase : Panjang : 258,95 m
- Lebar : 1.340 m
- Tinggi sedimentasi : 0,24 m
- Volume : 83.278 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.42. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 2 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	165.235	buah	Rp 1.000	Rp 165.235
4	Pengerukan sedimen	83.278	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 3.680.527
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	165.235	buah	Rp 500	Rp 82.617
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	83.278	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 10.347.165
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	13	buah	Rp 1.000	Rp 13.000
				Total	Rp 15.310.369
				Biaya kontingensi	Rp 1.531.037
				Total	Rp 16.841.406
				PPN+PPh=12%	Rp 2.020.969
				Jumlah biaya pelaksanaan	Rp 18.862.374
				Biaya/m <sup>3</sup>	Rp 226.498

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

9. Komponen Sistem Drainase : Saluran Dr.Sutomo 3 Kanan
- Asumsi Drainase : Panjang : 48.70 m
- Lebar : 1.34 m
- Tinggi sedimentasi : 0.24 m
- Volume : 15.662 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.43.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 3 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	Buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	31.075	buah	Rp 1.000	Rp 31.075
4	Pengerukan sedimen	15.662	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 692.186
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	31.075	buah	Rp 500	Rp 15.538
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	15.662	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 1.945.962
7	Pengangkatan&penutupan plat beton	5.000	buah	1000	5000
Total					Rp 3.711.586
Biaya kontingensi					Rp 371.159
Total					Rp 4.082.745
PPN+PPh=12%					Rp 489.929
Jumlah biaya					Rp
pelaksanaan					4.572.675
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 291.961

Sumber : Hasil Perhitungan ,2019

10. Komponen Sistem Drainase : Saluran Dr.Sutomo 3 Kiri
- Asumsi Drainase : Panjang : 48.70 m
- Lebar : 1.34 m
- Tinggi sedimentasi : 0.2 m
- Volume : 13.052 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.44.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 3 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	Buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	25.896	buah	Rp 1.000	Rp 25.896
4	Pengerukan sedimen	13.052	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 576.822

Lanjutan Tabel 4.44. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Dr.Sutomo 3 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	25.896	buah	Rp 500	Rp 12.948
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	13.052	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 1.621.635
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	5	buah	Rp 1.000	Rp 5.000
Total					Rp 3.264.126
Biaya kontingensi					Rp 326.413
Total					Rp 3.590.539
PPN+PPH=12%					Rp 430.865
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 4.021.404
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 308.116

Sumber : Hasil Perhitungan ,2019

11. Komponen Sistem Drainase : Saluran Untung Suropati 1 Kanan
- Asumsi Drainase : Panjang :174,547 m
- Lebar : 0,5 m
- Tinggi sedimentasi : 0,18 m
- Volume : 15.709 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.45.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 1 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	Buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	31.169	buah	Rp 1.000	Rp 31.169

Lanjutan Tabel 4.45. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 1 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
4	Pengerukan sedimen	15.709	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 694.277
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	31.169	buah	Rp 500	Rp 15.585
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	15.709	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 1.951.840
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	9	buah	Rp 1.000	Rp 9.000
Total					Rp 3.723.696
Biaya kontingensi					Rp 372.370
Total					Rp 4.096.066
PPN+PPH=12%					Rp 491.528
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 4.587.594
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 292.032

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

12. Komponen Sistem Drainase : Saluran Untung Suropati 1 Kiri
- Asumsi Drainase : Panjang : 160 m
- Lebar : 0,5 m
- Tinggi sedimentasi : 0,14 m
- Volume : 11.2 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.46.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 1 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	Buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	22.222	buah	Rp 1.000	Rp 22.222
4	Pengerukan sedimen	11.2	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 494.990

Lanjutan Tabel 4.46. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 1 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	22.222	buah	Rp 500	Rp 11.111
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	11.2	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 1.391.578
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	8	buah	Rp 1.000	Rp 8.000
Total					Rp 2.949.726
Biaya kontingensi					Rp 294.973
Total					Rp 3.244.698
PPN+PPH=12%					Rp 389.364
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 3.634.062
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 324.470

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

13. Komponen Sistem Drainase : Saluran Untung Suropati 1'
- Asumsi Drainase : Panjang : 14.547 m
- Lebar : 0,5 m
- Tinggi sedimentasi : 0,20 m
- Volume : 1.455 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.47.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 1'

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	Buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	2.886	buah	Rp 1.000	Rp 2.886
4	Pengerukan sedimen	1.455	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 64.291
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	2.886	buah	Rp 500	Rp 1.443



Lanjutan Tabel 4.47. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 1'

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	1.455	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 180.744
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	3	buah	Rp 1.000	Rp 3.000
Total					Rp 1.274.189
Biaya kontingensi					Rp 127.419
Total					Rp 1.401.608
PPN+PPH=12%					Rp 168.193
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 1.569.801
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 1.079.124

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

14. Komponen Sistem Drainase : Saluran Untung Suropati 2 Kanan  
 Asumsi Drainase : Panjang : 87,27 m  
 Lebar : 0,50 m  
 Tinggi sedimentasi : 0,20 m  
 Volume : 8.727 m<sup>3</sup>  
 Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.48.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 2 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	17.315	buah	Rp 1.000	Rp 17.315
4	Pengerukan sedimen	8.727	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 385.694
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	17.315	buah	Rp 500	Rp 8.658
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	8.727	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 1.084.312

Lanjutan Tabel 4.48. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 2 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	9	buah	Rp 1.000	Rp 9.000
Total					Rp 2.526.805
Biaya kontingensi					Rp 252.680
Total					Rp 2.779.485
PPN+PPH=12%					Rp 333.538
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 3.113.023
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 356.712

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

15. Komponen Sistem Drainase : Saluran Untung Suropati 2 Kiri  
 Asumsi Drainase : Panjang : 87,27 m  
 Lebar : 0,50 m  
 Tinggi sedimentasi : 0,16 m  
 Volume : 6.982 m<sup>3</sup>  
 Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.49.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 2 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	13.852	buah	Rp 1.000	Rp 13.852
4	Pengerukan sedimen	6.982	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 308.555
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	13.852	buah	Rp 500	Rp 6.926

Lanjutan Tabel 4.49. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Untung Suropati 2 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	6.982	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 867.450
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	9	buah	Rp 1.000	Rp 9.000
Total					Rp 2.227.609
Biaya kontingensi					Rp 222.761
Total					Rp 2.450.370
PPN+PPH=12%					Rp 294.044
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 2.744.414
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 393.092

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

## 16. Komponen Sistem Drainase

Asumsi Drainase

: Saluran Ade Irma Suryani 2 Kanan

: Panjang : 141.83 m

Lebar : 0,40 m

Tinggi sedimentasi : 0,12 m

Volume : 6.808 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan

: Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.50.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Ade Irma Suryani 2 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	13.508	buah	Rp 1.000	Rp 13.508
4	Pengerukan sedimen	6.808	m <sup>3</sup>	Rp 44.195,5	Rp 300.881
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	13.508	buah	Rp 500	Rp 6.754

Lanjutan Tabel 4.50. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Ade Irma Suryani 2 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	6.808	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 845.875
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	14	buah	Rp 1.000	Rp 14.000
Total					Rp 2.202.843
Biaya kontingensi					Rp 220.284
Total					Rp 2.423.128
PPN+PPH=12%					Rp 290.775
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 2.713.903
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 398.637

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

17. Komponen Sistem Drainase : Saluran Ade Irma Suryani 2 Kiri
- Asumsi Drainase : Panjang : 141.83 m
- Lebar : 0.40 m
- Tinggi sedimentasi : 0.10 m
- Volume : 5.673 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.51.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Ade Irma Suryani 2 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	11.257	buah	Rp 1.000	Rp 11.257
4	Pengerukan sedimen	5.673	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 250.734
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	11.257	buah	Rp 500	Rp 5.628
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	5.673	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 704.896

Lanjutan Tabel 4.51. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Ade Irma Suryani 2 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	14	buah	Rp 1.000	Rp 14.000
Total					Rp 2.008.340
Biaya kontingensi					Rp 200.834
Total					Rp 2.008.340
PPN+PPH=12%					Rp 241.001
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 2.249.341
Biaya/m3					Rp 396.478

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

18. Komponen Sistem Drainase : Saluran Rajekwesi
- Asumsi Drainase : Panjang : 828.9 m
- Lebar : 0.50 m
- Tinggi sedimentasi : 0.16 m
- Volume : 66.312 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.52.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Rajekwesi

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	131.571	buah	Rp 1.000	Rp 131.571
4	Pengerukan sedimen	66.312	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 2.930.692
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	131.571	buah	Rp 500	Rp 65.786
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	66.312	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 8.239.133
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	23	buah	Rp 1.000	Rp 23.000
Total					Rp 12.412.008

Lanjutan Tabel 4.52. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Rajekwesi

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
				Biaya kontingensi	Rp 1.241.201
				Total	Rp 13.653.208
				PPN+PPH=12%	Rp 1.638.385
				Jumlah biaya pelaksanaan	Rp 15.291.593
				Biaya/m <sup>3</sup>	Rp 230.601

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

## 19. Komponen Sistem Drainase : Saluran Diponegoro 1

Asumsi Drainase : Panjang : 71.65 m  
 Lebar : 0.70 m  
 Tinggi sedimentasi : 0.19 m  
 Volume : 9.529 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.53.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Diponegoro 1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	18.908	buah	Rp 1.000	Rp 18.908
4	Pengerukan sedimen	9.529	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 421.159
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	18.908	buah	Rp 500	Rp 9.454
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	9.529	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 1.184.015
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	7	buah	Rp 1.000	Rp 7.000
				Total	Rp 2.662.360
				Biaya kontingensi	Rp 266.236
				Total	Rp 2.928.596
				PPN+PPH=12%	Rp 351.432
				Jumlah biaya pelaksanaan	Rp 3.280.028
				Biaya/m <sup>3</sup>	Rp 344.199

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019



20. Komponen Sistem Drainase : Saluran Diponegoro 2
- Asumsi Drainase : Panjang : 166.855 m  
 Lebar : 0.70 m  
 Tinggi sedimentasi : 0.20 m  
 Volume : 23.360 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.54.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Diponegoro 2

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	46.349	buah	Rp 1.000	Rp 46.349
4	Pengerukan sedimen	23.360	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 1.032.394
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	46.349	buah	Rp 500	Rp 23.174
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	23.360	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 2.902.396
7	Pengangkutan & penutupan plat beton	11	buah	Rp 1.000	Rp 11.000
Total					Rp 5.037.138
Biaya kontingensi					Rp 503.714
Total					Rp 5.540.851
PPN+PPH=12%					Rp 664.902
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 6.205.753
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 265.661

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

21. Komponen Sistem Drainase : Saluran Diponegoro 3
- Asumsi Drainase : Panjang : 270.05 m  
 Lebar : 0.70 m  
 Tinggi sedimentasi : 0.10 m  
 Volume : 18.904 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.55.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Diponegoro 3

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	37.508	buah	Rp 1.000	Rp 37.508
4	Pengerukan sedimen	18.904	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 835.464
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	37.508	buah	Rp 500	Rp 18.754
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	18.904	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 2.348.762
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	14	buah	Rp 1.000	Rp 14.000
Total					Rp 4.276.312
Biaya kontingensi					Rp 427.631
Total					Rp 4.703.944
PPN+PPH=12%					Rp 564.473
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 5.268.417
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 278.696

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

22. Komponen Sistem Drainase : Saluran Panglima Sudirman 1

Asumsi Drainase : Panjang : 45.55 m  
 Lebar : 0.50 m  
 Tinggi sedimentasi : 0.20 m  
 Volume : 4.555 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.56.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Panglima Sudirman 1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	9.04	buah	Rp 1.000	Rp 9.039

Lanjutan Tabel 4.56. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Panglima Sudirman 1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
4	Pengerukan sedimen	4.555	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 201.332
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	9.04	buah	Rp 500	Rp 4.519
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	4.555	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 566.009
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	5.00	buah	Rp 1.000	Rp 5.000
Total					Rp 674.825
Biaya kontingensi					Rp 67.483
Total					Rp 742.308
PPN+PPH=12%					Rp 89.077
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 831.384
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 182.502

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

## 23. Komponen Sistem Drainase : Saluran Panglima Sudirman 2

Asumsi Drainase : Panjang : 47.68 m  
 Lebar : 0.50 m  
 Tinggi sedimentasi : 0.10 m  
 Volume : 2.384 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.57.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Panglima Sudirman 2

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	4.730	buah	Rp 1.000	Rp 4.730
4	Pengerukan sedimen	2.384	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 105.362
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	4.730	buah	Rp 500	Rp 2.365
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	2.384	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 296.207

Lanjutan Tabel 4.57. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Tertutup di Panglima Sudirman 2

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
7	Pengangkatan & penutupan plat beton	5	buah	Rp 1.000	Rp 5.000
Total					Rp 1.435.490
Biaya kontingensi					Rp 143.549
Total					Rp 1.579.038
PPN+PPH=12%					Rp 189.485
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 1.768.523
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 741.830

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**B. Saluran Drainase Tipe Terbuka**

1. Komponen Sistem Drainase : Saluran Gang Depo Kanan
- Asumsi Drainase : Panjang : 23,94 m
- Lebar : 0,4 m
- Tinggi sedimentasi : 0.16 m
- Volume : 1.532 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.58.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Depo Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	3.04	buah	Rp 1.000	Rp 3.040,00
4	Pengerukan sedimen	1.53	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 67.715
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	3.04	buah	Rp 500	Rp 1.520
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	1.532	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 190.368
Total					Rp 1.284.467
Biaya kontingensi					Rp 128.447
Total					Rp 1.412.914
PPN+PPH=12%					Rp 169.550
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 1.582.464
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 1.032.832

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

2. Komponen Sistem Drainase : Saluran Gang Depo Kiri
- Asumsi Drainase : Panjang : 23,94 m
- Lebar : 0,4 m
- Tinggi sedimentasi : 0.10 m
- Volume : 0.958 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.59.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Depo Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	1.9	buah	Rp 1.000	Rp 1.900
4	Pengerukan sedimen	0.958	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 42.322
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	1.9	buah	Rp 500	Rp 950
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	0.958	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 118.980
Total					Rp 1.185.976
Biaya kontingensi					Rp 118.598
Total					Rp 1.304.574
PPN+PPH=12%					Rp 156.549
Jumlah biaya pelaksanan					Rp 1.461.123
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 1.525.818

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

3. Komponen Sistem Drainase : Saluran Gang Sidorukun Kanan
- Asumsi Drainase : Panjang : 20 m
- Lebar : 0,40 m
- Tinggi sedimentasi : 0,18 m
- Volume : 1.44 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.60.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Sidorukun Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	2.857	buah	Rp 1.000	Rp 2.857
4	Pengerukan sedimen	1.44	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 63.642
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	2.857	buah	Rp 500	Rp 1.429
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	1.44	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 178.917
Total					Rp 1.268.669
Biaya kontingensi					Rp 126.867
Total					Rp 1.395.536
PPN+PPH=12%					Rp 167.464
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 1.563.001
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 1.085.417

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

4. Komponen Sistem Drainase : Saluran Gang Sidorukun Kiri

Asumsi Drainase : Panjang : 20 m  
 Lebar : 0,40 m  
 Tinggi sedimentasi : 0,12 m  
 Volume : 0.96 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.61.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Sidorukun Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	1.905	buah	Rp 1.000	Rp 1.905



Lanjutan Tabel 4.61. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Sidorukun Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
4	Pengerukan sedimen	0.96	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 42.428
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	1.905	buah	Rp 500	Rp 952
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	0.96	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 119.278
Total					Rp 1.186.388
Biaya kontingensi					Rp 118.639
Total					Rp 1.305.027
PPN+PPh=12%					Rp 156.603
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 1.461.630
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 1.522.531

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

5. Komponen Sistem Drainase : Saluran Ade Irma Suryani 1 Kanan
- Asumsi Drainase : Panjang : 425,50 m
- Lebar : 0,40 m
- Tinggi sedimentasi : 0,18 m
- Volume : 30.636 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.62.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Ade Irma Suryani 1 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	60.786	buah	Rp 1.000	Rp 60.786
4	Pengerukan sedimen	30.636	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 1.353.973
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	60.786	buah	Rp 500	Rp 30.393

Lanjutan Tabel 4.62. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Ade Irma Suryani 1 Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	30.636	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 3.806.462
Total					Rp 6.273.439
Biaya kontingensi					Rp 627.344
Total					Rp 6.900.783
PPN+PPH=12%					Rp 828.094
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 7.728.876
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 252.281

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

6. Komponen Sistem Drainase : Saluran Ade Irma Suryani 1 Kiri
- Asumsi Drainase : Panjang : 425,50 m
- Lebar : 0,40 m
- Tinggi sedimentasi : 0,20 m
- Volume : 34,04 m<sup>3</sup>
- Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.63.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Ade Irma Suryani 1 Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	67.539	buah	Rp 1.000	Rp 67.539
4	Pengerukan sedimen	34.040	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 1.504.406
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	67.539	buah	Rp 500	Rp 33.770
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	34.040	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 4.229.377
Total					Rp 6.856.917
Biaya kontingensi					Rp 685.692
Total					Rp 7.542.609
PPN+PPH=12%					Rp 905.113
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 8.447.722

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

7. Komponen Sistem Drainase : Saluran Gang Sidodadi Kanan  
 Asumsi Drainase : Panjang : 462.2 m  
 Lebar : 0,40 m  
 Tinggi sedimentasi : 0,16 m  
 Volume : 29.581 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.64. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Sidodadi Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	58.692	buah	Rp 1.000	Rp 58.692
4	Pengerukan sedimen	29.581	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 1.307.338
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	58.692	buah	Rp 500	Rp 29.346
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	29.581	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 3.675.355
Total					Rp 6.092.557
Biaya kontingensi					Rp 609.256
Total					Rp 6.701.812
PPN+PPH=12%					Rp 804.217
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 7.506.030
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 253.747

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

8. Komponen Sistem Drainase : Saluran Gang Sidodadi Kiri  
 Asumsi Drainase : Panjang : 462.2 m  
 Lebar : 0,40 m  
 Tinggi sedimentasi : 0,6 m  
 Volume : 33.278 m<sup>3</sup>  
 Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.65. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Sidodadi Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	66.029	buah	Rp 1.000	Rp 66.029
4	Pengerukan sedimen	33.278	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 1.470.756
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	66.029	buah	Rp 500	Rp 33.014
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	33.278	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 4.134.775
Total					Rp 6.726.398
Biaya kontingensi					Rp 672.640
Total					Rp 7.399.038
PPN+PPH=12%					Rp 887.885
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 8.286.922
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 249.018

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

9. Komponen Sistem Drainase : Saluran Setyabudi Kanan
- Asumsi Drainase : Panjang : 267.07 m
- Lebar : 0.50 m
- Tinggi sedimentasi : 0.26 m
- Volume : 34.719 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.66.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Setyabudi Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	68.887	buah	Rp 1.000	Rp 68.887
4	Pengerukan sedimen	34.719	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 1.534.428

Lanjutan Tabel 4.66. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Setyabudi Kanan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	68.887	buah	Rp 500	Rp 34.444
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	34.719	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 4.313.779
Total					Rp 6.973.362
Biaya kontingensi					Rp 697.336
Total					Rp 7.670.699
PPN+PPH=12%					Rp 920.484
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 8.591.182
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 247.448

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

## 10. Komponen Sistem Drainase : Saluran Setyabudi Kiri

Asumsi Drainase : Panjang : 267.07 m  
 Lebar : 0.50 m  
 Tinggi sedimentasi : 0.20 m  
 Volume : 26.707 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.67.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Setyabudi Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	52.990	buah	Rp 1.000	Rp 52.990
4	Pengerukan sedimen	26.707	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 1.180.329
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	52.990	buah	Rp 500	Rp 26.495
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	26.707	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 3.318.291
Total					Rp 5.599.931

Lanjutan Tabel 4.67. Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Setyabudi Kiri

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
				Biaya kontingensi	Rp 559.993
				Total	Rp 6.159.924
				PPN+PPH=12%	Rp 739.191
				Jumlah biaya pelaksanaan	Rp 6.899.115
				Biaya/m <sup>3</sup>	Rp 258.326

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

## 11. Komponen Sistem Drainase : Saluran Gang Irigasi 1

Asumsi Drainase : Panjang : 172.5 m  
 Lebar : 0.40 m  
 Tinggi sedimentasi : 0.20 m  
 Volume : 13.8 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.68.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Irigasi 1

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	27.381	buah	Rp 1.000	Rp 27.381
4	Pengerukan sedimen	13.8	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 609.898
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	27.381	buah	Rp 500	Rp 13.690
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	13.8	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 1.714.622
				Total	Rp 3.387.417
				Biaya kontingensi	Rp 338.742
				Total	Rp 3.726.158
				PPN+PPH=12%	Rp 447.139
				Jumlah biaya pelaksanaan	Rp 4.173.297
				Biaya/m <sup>3</sup>	Rp 302.413

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019



## 12. Komponen Sistem Drainase : Saluran Gang Irigasi 2

Asumsi Drainase : Panjang : 172.5 m  
 Lebar : 0.40 m  
 Tinggi sedimentasi : 0.20 m  
 Volume : 15.18 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.69.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Gang Irigasi 2

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	30.119	buah	Rp 1.000	Rp 30.119
4	Pengerukan sedimen	15.18	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 670.888
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	30.119	buah	Rp 500	Rp 15.060
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	15.18	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 1.886.085
Total					Rp 3.623.976
Biaya kontingensi					Rp 362.398
Total					Rp 3.986.373
PPN+PPh=12%					Rp 478.365
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 4.464.738
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 294.120

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

## 13. Komponen Sistem Drainase : Saluran Kyai Sulaiman

Asumsi Drainase : Panjang : 143.56 m  
 Lebar : 0.40 m  
 Tinggi sedimentasi : 0.26 m  
 Volume : 14.930 m<sup>3</sup>

Pelaksana Kegiatan : Swakelola (Dinas Lingkungan Hidup)

Tabel 4.70.

Perhitungan AKNOP Inspeksi Rutin Saluran Terbuka di Kyai Sulaiman

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pemasangan Papan Nama Proyek	1	buah	Rp 674.825	Rp 674.825
2	Dokumentasi	1	buah	Rp 347.000	Rp 347.000
3	Pengadaan karung plastik	29.623	buah	Rp 1.000	Rp 29.623
4	Pengerukan sedimen	14.930	m <sup>3</sup>	Rp 44.196	Rp 659.849
5	Pemasukan sedimen ke dalam karung	29.623	buah	Rp 500	Rp 14.812
6	Pengangkutan sedimen dengan dump truck/10 km	14.930	m <sup>3</sup>	Rp 124.248	Rp 1.855.052
Total					Rp 3.581.162
Biaya kontingensi					Rp 358.116
Total					Rp 3.939.278
PPN+PPH=12%					Rp 472.713
Jumlah biaya pelaksanaan					Rp 4.411.992
Biaya/m <sup>3</sup>					Rp 295.507

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.71

Rekapitulasi Angka Kebutuhan Nyata Sistem Drainase Dalam 1 Tahun

No.	Jenis Komponen	Sub-Komponen	Frekuensi per Tahun	Biaya per Komponen (Rp)	Total Biaya per Tahun (Rp)
1.	Saluran Terbuka	A. Inspeksi Rutin	12	570.400	6.844.800
		B. Pengerukan sedimen saluran sekunder lingkungan pemukiman	2	66.578.092	133.156.184
2.	Saluran Tertutup	A. Inspeksi Rutin	12	867.400	10.408.800
		B. Pengerukan sedimen saluran sekunder	1	200.848.553	401.697.106
Total Biaya AKNOP Sistem Drainase Kelurahan Sumbang Kec Bojonegoro Kab Bojonegoro					552.106.891

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Dari hasil perhitungan tabel 4.71 diatas dapat diketahui bahwa total pembiayaan Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan untuk Sistem Drainase Kelurahan Sumbang Kec Bojonegoro Kab Bojonegoro sebesar Rp. 552.106.891



Halaman ini sengaja dikosongkan



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari penelusuran di lapangan dan pembahasan mengenai Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan (AKNOP) Sistem Drainase di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting saluran drainase di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro dari hasil penelusuran di lapangan didapatkan :
  - a. Dari 36 saluran drainase, terdapat 17 saluran drainase yang mengalami limpasan (pada kala ulang 2,5,10 th) dan 19 saluran yang aman terhadap limpasan setelah dilakukan penelusuran di lapangan dan perhitungan. Jadi antara fakta di lapangan dengan perhitungan adalah sama.
  - b. Terdapat permasalahan yang sama berupa sedimentasi dan sampah yang mengurangi kapasitas saluran drainase, adanya tumbuhan liar yang tumbuh di saluran drainase.

Dari hasil survei pada kuisioner yang telah disebarkan kepada pihak yang terkait, dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem drainase di Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro diperoleh 6.113.40 poin (88,60%) dari 6.900 poin dan dapat dikategorikan baik.

2. Berdasarkan penelusuran kondisi eksisting saluran drainase di lapangan, penilaian kinerja dan evaluasi kapasitas tampungan saluran drainase maka dapat disimpulkan untuk kegiatan operasi dan pemeliharaan dengan mengadakan inspeksi rutin yang dilakukan setiap 1 bulan sekali pada saluran terbuka ataupun saluran tertutup. Kemudian dilakukan pengerukan sedimentasi setidaknya 2-3 kali dalam setahun untuk saluran sekunder maupun tersier pada saluran terbuka ataupun tertutup.
3. Dari hasil perhitungan anggaran biaya dan rekapitulasi Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan dalam setahun, maka total biaya yang harus dikeluarkan adalah Rp 552.106.891.

## 5.2 Saran

1. Lebih meningkatkan tingkat keaktifan masyarakat untuk melaporkan adanya genangan kepada instansi yang terkait dan meningkatkan kesadaran masyarakat akan perlunya memelihara saluran drainase di lingkungan sekitar dengan tidak membuang sampah sembarangan.
2. Perlu adanya tindak lanjut terhadap hasil penilaian kinerja dari seluruh pihak yang berhubungan dengan sistem drainase yang akan dilaksanakan, karena sistem drainase yang berkesinambungan hanya akan dapat terealisasi dengan menyelaraskan antara faktor fisik dan non fisik dari sistem drainase tersebut.
3. Perlu dilakukan perombakan dimensi saluran pada saluran-saluran yang tidak dapat menampung debit secara maksimal.
4. Kegiatan operasi dan pemeliharaan saluran drainase lebih ditingkatkan, tidak hanya dilakukan pada saat akan musim penghujan tiba saja. Maka seharusnya dilakukan sebagaimana mestinya dan sesuai jadwal operasi & pemeliharannya.
5. Berdasar pada total biaya Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan dalam 1 kelurahan yaitu Kelurahan Sumbang, dan masih ada 17 kelurahan lagi di Kecamatan Bojonegoro. Maka dari itu, perlu diadakan pembuatan skala prioritas operasi dan pemeliharaan sistem drainase dan menyesuaikan jumlah banyaknya kegiatan operasi dan pemeliharaan setiap tahunnya terhadap ketersediaan biaya yang ada sehingga operasi dan pemeliharaan dapat berjalan dengan maksimal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bojonegoro. 2017. *Kecamatan Bojonegoro Dalam Angka. Bojonegoro*: Pemerintah Kabupaten Bojonegoro.
- Bappeda Kabupaten Bojonegoro. 2010. *Laporan Akhir Peninjauan Kembali Masterplan Drainase Kota Bojonegoro dan Identifikasi Pengelolaan IKK Kabupaten Bojonegoro*(Koordinasi Perencanaan Air Minum, Drainase, dan Sanitasi Perkotaan). Bojonegoro: Pemerintah Kabupaten Bojonegoro.
- Bappeda Kabupaten Bojonegoro. 2010. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bojonegoro Tahun 2011-2030*. Bojonegoro: Pemerintah Kabupaten Bojonegoro.
- Ditjen Cipta Karya. 2013. *Materi Bidang Drainase II Diseminasi Dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12 /PRT/M/2014 Tentang Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta. Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesi.
- Limantara, Lily Montarcih. 2009. *Hidrologi Teknik Terapan*. Malang: CV Asrori.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi-Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Jilid 1. Bandung:Nova
- Soewarno. 1995. *Hidrologi-Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Jilid 2. Bandung:Nova
- Sosrodaroso, S. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta : Pradnya paramita
- Sri Harto, Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Suhardjono. 2013. *Naskah Buku Ajar Drainase Perkotaan*. Malang: Universitas Brawijaya Malang Fakultas Teknik
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Penerbit Andi

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nurra Aulia Albinisa, lahir pada tanggal 7 Juli 1995 di Bojonegoro, Jawa Timur. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Suratno S.Pd dan Dra.Nur Baity M.Pd, yang beralamat di Jl.Patimura Perum Wisma Indah Baru Blok G.75 Bojonegoro Jawa Timur.

Penulis menempuh pendidikan formalnya, antara lain :

- R.A.Bustanul Atfal 2 Bojonegoro pada tahun
- SDN Kadipaten 1 Bojonegoro pada tahun 2001-2007
- SMPN 5 Bojonegoro pada tahun 2007-2010
- SMAN 1 Dander Bojonegoro pada tahun 2010-2013

Tahun 2013, penulis diterima masuk di Fakultas Teknik Jurusan Pengairan, Universitas Brawijaya

Selama mengikuti perkuliahan, penulis aktif dalam mengikuti kepanitaan acara-acara yang diadakan oleh Jurusan Pengairan. Tahun 2014, penulis pernah mengikuti acara KANCIL yang tergabung dalam anggota publikasi. Dan di tahun yang sama penulis mengikuti acara Pekan Das Brantas yang tergabung dalam anggota POS di dalam penelusuran Pekan Das Brantas.

Tahun 2016, penulis terpilih sebagai Asisten Tugas Besar Rancangan Drainase.

Akhir kata, penulis mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas ridhoNya maka skripsi yang berjudul “Studi Penyusunan Angka Kebutuhan Nyata Operasi dan Pemeliharaan Sistem Drainase Kelurahan Sumbang Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro” dapat terselesaikan dengan baik. Semoga skripsi ini dapat meberikan manfaat bagi pendidikan di bidang sumber daya air.